การประยุกต์ใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์ในการปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องทำน้ำแข็ง

โดย
นางสาวบุญรักษา เพชรรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การประยุกต์ใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์ในการปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องทำน้ำแข็ง

โดย
นางสาวบุญรักษา เพชรรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

AN APPLICATION OF HEURISTIC METHODS TO IMPROVE LINE BALANCING CASE STUDY OF ICE MACHINE INDUSTRIAL

By

MISS Bunruksa PHETCHARAT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Engineering ENGINEERING MANAGEMENT

Department of INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT

Academic Year 2023

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การประยุกต์ใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์ในการปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องทำน้ำแข็ง
โดย	นางสาวบุญรักษา เพชรรัตน์
สาขาวิชา	การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรุณศรี ลีจีรจำเนียร) เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ดร. สิทธิชัย แซ่เหล่ม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ระพี กาญจนะ)

650920003 : การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : การจัดสมดุลสายการผลิต, ประสิทธิภาพสายการผลิต, วิธีฮิวริสติกส์

นางสาว บุญรักษา เพชรรัตน์: การประยุกต์ใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์ในการปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องทำน้ำแข็ง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

งานวิจัยฉบับนี้เสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็งของโรงงานผลิตเครื่องทำน้ำแข็ง โดยนำหลักการ ECRS และเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตมาประยุกต์ใช้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต และลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ได้แก่ ความสูญเปล่าจากการรอคอยงาน ความสูญเปล่าจากการขนส่งและความสูญเปล่าจากกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า เพื่อลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า (Takt Time) จากการผลิตที่ผ่านมาพบปัญหาการผลิตไม่เป็นไปตามแผนการผลิตที่วางไว้ นอกจากนี้จากการคำนวณค่าประสิทธิภาพสายกระบวนการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็งในปัจจุบัน มีค่า 66.39% ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ

วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเปล่า เมื่อทราบสาเหตุแล้ว ทำการปรับปรุงลดความสูญเปล่าโดยการใช้หลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) หลังจากนั้นจัดสมดุลสายการผลิตใหม่เพื่อให้เวลาในการผลิตของแต่ละสถานีงามมีความสมดุลในเวลาการทำงานเพิ่มมากขึ้น ด้วยวิธีฮิวริสติกส์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากสุดก่อน Largest Candidate Rule (LCR) วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ Kilbridge and Wester(K&W) และวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง Rank Position Weighted (RPW)

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบกระบวนการก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตจากเดิมการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยหลักการ ECRS สามารถลดจำนวนงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าได้จาก 18 งาน เหลือ 10 งาน ลดเวลาการทำงานรวมจากเดิม 178.76 ชั่วโมง เหลือ 154.24 ชั่วโมง และจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ พบว่า วิธี RPW เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตจากร้อยละ 66.99 เป็นร้อยละ 97.21 ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุดใน 3 วิธี

650920003 : Major ENGINEERING MANAGEMENT
Keyword : LINE BALANCING, LINE EFFICIENCY, HEURISTICS

MISS Bunruksa PHETCHARAT : An Application of Heuristic methods to Improve Line balancing Case Study of Ice Machine Industrial Thesis advisor : Prachuab Klomjit

This research proposes a method to improve the efficiency of the production line for icebox conveyors in a water ice maker factory by applying ECRS principles and production line balancing techniques. The objective is to increase production line efficiency and reduce waste in the process, including waiting time waste, transportation waste, and non-value-added activities, to reduce production cycle time to match customer demand (Takt Time). Previous production encountered issues deviating from the planned production schedule. Additionally, the current efficiency of the icebox conveyor production line is calculated at 66.39%, which is considered low.

After analyzing the causes of waste, adjustments were made using ECRS principles (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify). Subsequently, the production line was rebalanced to ensure better work time balance at each station using three heuristic methods: Largest Candidate Rule (LCR), Kilbridge and Wester (K&W) method, and Rank Position Weighted (RPW) method.

The study found that after implementing efficiency improvements using ECRS principles, the number of non-value-added tasks decreased from 18 to 10, total working hours reduced from 178.76 to 154.24 hours, and the new production line balancing using heuristic methods significantly improved production efficiency, with the RPW method achieving the highest increase from 66.99% to 97.21%.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่ให้คำแนะนำในการวิจัย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆในงานวิจัย ขอขอบคุณอาจารย์ อาจารย์ ดร.สิทธิชัย แซ่แหล่ม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพี กาญจนะ ที่เป็นเกียรติเป็นกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษา ที่ได้เปิดโอกาสเข้าไปเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ อีกทั้งขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่แนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์นครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้กำลังใจ ช่วยเหลือ และผลักดัน อีกทั้งคณะอาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการทุกท่านที่ได้ชี้แนะแนวทางการศึกษาด้วยดี

หวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจในเรื่องดังกล่าวไม่มากก็น้อย อีกทั้งเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคต

บุญรักษา เพชรรัตน์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 13

บทนำ 13

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 13

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 15

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 15

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 16

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 16

บทที่ 2 17

แนวคิด ทฤษฎี และ ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

2.1 ระบบการผลิต (Production system) 17

2.2 ทฤษฎีการเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) 18

2.3 ทฤษฎีศึกษาการทำงาน (Work Study) 21

2.4 การศึกษาเวลาการทำงาน (Time Study) 26

2.5 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) 32

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 37

บทที่ 3 45
วิธีดำเนินการวิจัย 45
3.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลการผลิตปัจจุบัน 46
3.2 ศึกษาและกำหนดเวลามาตรฐาน (Standard Time) 59
3.3 วิเคราะห์การจัดสมดุลการผลิตปัจจุบัน 60
3.4 วิเคราะห์ประสิทธิภาพและความสูญเปล่าของสายการผลิตก่อนการปรับปรุง 61
3.5 ลดความสูญเปล่า โดยใช้หลักการ ECRS 64
3.6 จัดสมดุลสายการผลิต ด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ 3 วิธี 64
3.7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดสมดุลการผลิต 64
3.8 สรุปผล 65
บทที่ 4 66
ผลการวิจัย 66
4.1 ลดความสูญเปล่า โดยใช้หลักการ ECRS 66
4.2 จัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ 3 วิธี 73
4.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดสมดุลการผลิต 92
บทที่ 5 94
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 94
5.1 สรุปผลการวิจัย 94
5.2 ข้อเสนอแนะ 96
รายการอ้างอิง 98
ภาคผนวก 100
ภาคผนวก ก 101
ตารางวิเคราะห์เวลาผื่อการทำงาน (Allowance) 101
ภาคผนวก ข 105

ตารางวิเคราะห์รวมเปอร์เซ็นค่าเผื่อการทำงาน 105
ภาคผนวก ค 111
ตารางคำนวณเวลามาตรฐาน 111
ภาคผนวก ง 116
แผนผังการจัดลำดับงานเข้าสถานีงาน หลังการปรับปรุงด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ 116
ประวัติผู้เขียน 118

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความหมายของสัญลักษณ์กิจกรรม 23

ตารางที่ 2.2 ตารางการตั้งคำถาม 23

ตารางที่ 2.3 ตาราง Maytag การหาจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน ±5% ภายใน95% ความเชื่อมั่น 28

ตารางที่ 2.4 ตารางคะแนนการประเมินด้วยระบบ Westinghouse 30

ตารางที่ 2.5 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 41

ตารางที่ 3.1 แสดงการแบ่งงานย่อยแต่ละสถานีงาน 47

ตารางที่ 3.2 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตของสถานีงานที่ 1 49

ตารางที่ 3.3 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตของสถานีงานที่ 2 50

ตารางที่ 3.4 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตของสถานีงานที่ 3 51

ตารางที่ 3.5 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตของสถานีงานที่ 4 52

ตารางที่ 3.6 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตของสถานีงานที่ 5 52

ตารางที่ 3.7 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตของสถานีงานที่ 6 53

ตารางที่ 3.8 ข้อมูลรอบเวลาการผลิตแต่ละสถานีงาน 54

ตารางที่ 3.9 แสดงจำนวนรอบที่เหมาะสมสำหรับการจับเวลา 57

ตารางที่ 4.1 แสดงการตั้งคำถามWhy Why Analysis 66

ตารางที่ 4.2 เวลางานย่อยก่อนและหลังปรับปรุงของสถานีงานย่อย AW1 68

ตารางที่ 4.3 เวลางานย่อยก่อนและหลังปรับปรุงของสถานีงานย่อย AW2 และ AW3 69

ตารางที่ 4.4 เวลางานย่อยก่อนและหลังปรับปรุงของสถานีงานย่อย AW6 70

ตารางที่ 4.5 เวลางานย่อยก่อนและหลังปรับปรุงของสถานีงานย่อย AC1 71

ตารางที่ 4.6 เวลางานย่อยก่อนและหลังปรับปรุงของสถานีงานย่อย AC2 72

ตารางที่ 4.7 เวลางานย่อยก่อนและหลังปรับปรุงของสถานีงานย่อย AS2 73
ตารางที่ 4.8 การจัดเรียงเวลางานย่อยตามตามลำดับเวลามากไปน้อย 74
ตารางที่ 4.9 การจัดสมดุลสายการผลิต วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน (LCR) 76
ตารางที่ 4.10 การจัดเรียงงานย่อยแยกตามคอลัมน์ 80
ตารางที่ 4.11 การจัดสมดุลสายการผลิต วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (K&W) 82
ตารางที่ 4.12 ค่าน้ำหนักตำแหน่งงานย่อย (Positional Weight) 87
ตารางที่ 4.13 การจัดสมดุลสายการผลิต วิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (RPW) 89
ตารางที่ 4.14 ตารางเปรียบเทียบผลการจัดสมดุลสายการผลิต 92
ตารางที่ 5.1 ผลการปรับปรุงสายการผลิตด้วยหลักการ ECRS 94
ตารางที่ 5.2 ผลการปรับปรุงสายการผลิตด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์วิธี LCR 95
ตารางที่ 5.3 ผลการปรับปรุงสายการผลิตด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์วิธี K&W 95
ตารางที่ 5.4 ผลการปรับปรุงสายการผลิตด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์วิธี RPW 96

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 ภาพตัวอย่างชุดกระบะลำเลียงน้ำแข็ง 14
ภาพที่ 1.2 ปริมาณการสั่งผลิตชุดกระบะลำเลียงน้ำแข็ง 15
ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบระบบการผลิต (Production System) 17
ภาพที่ 2.2 แสดงแผนภาพความสัมพันธ์ก่อนหลัง (Precedence diagram) 33
ภาพที่ 2.3 กราฟแสดงตัวอย่างรอบเวลาการผลิต และรอบจังหวะความต้องการลูกค้า 35
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 45
ภาพที่ 3.2 แผนผังการไหลของกระบวนการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็ง (Icebox Conveyor Process Flow) 48
ภาพที่ 3.3 รอบเวลาการผลิตกระบะรับน้ำแข็ง ปัจจุบัน 61
ภาพที่ 4.1 แผนผังลำดับงานของสายการผลิต 74
ภาพที่ 4.2 รอบเวลาผลิต การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธี LCR 78
ภาพที่ 4.3 แผนผังลำดับงานของสายการผลิต แยกเป็นคอลัมน์ 80
ภาพที่ 4.4 รอบเวลาผลิต การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธี K&W 85
ภาพที่ 4.5 รอบเวลาผลิต การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธี RWP 91

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ธุรกิจโรงน้ำแข็ง ในประเทศไทย เป็นอุตสาหกรรมการผลิตที่เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่ร้อนเกือบตลอดทั้งปี น้ำแข็งจึงเป็นสินค้าโภคภัณฑ์ที่มีบทบาทสำคัญในทุกภาคส่วนของอุตสาหกรรมในประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดที่มีแหล่งอุตสาหรรม เช่น สมุทรสาคร เป็นต้นทั้งในด้านการบริโภคในชีวิตประจำวัน สำหรับธุรกิจร้านอาหาร หรือการบริโภคในครัวเรือน ด้านอุตสาหกรรมประมง อุตสาหกรรมแช่แข็งและอุตสาหกรรมการเกษตร สำหรับใช้แช่แข็งเพื่อควบคุมและถนอมคุณภาพสินค้า

ในปัจจุบันหลังจากเกิดการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ทั่วโลก ผู้บริโภคนิยมบริโภคน้ำแข็งหลอดมากยิ่งขึ้น เนื่องจาก กระบวนการผลิตมีความสะอาด ถูกสุขอนามัย ลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย ปลอดภัยต่อผู้บริโภค เจ้าของโรงน้ำแข็งจึงมีความจำเป็นต้องขยายกำลังการผลิต เพิ่มจำนวนเครื่องทำน้ำแข็งให้ผลิตเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ปัจจุบันโรงน้ำแข็งในประเทศไทยมีจำนวน 1976 แห่ง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2565) โดยมีอัตราการเพิ่มกิจการโรงน้ำแข็งใหม่ 1 โรงงานต่อ 1 จังหวัด ในทุกๆปี อีกทั้งตลาดโรงน้ำแข็งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีโรงงานผู้ผลิตเครื่องทำน้ำแข็งรายใหม่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งในส่วนเครื่องทำน้ำแข็งขนาดใหญ่ กำลังการผลิต 3000 – 15000 กก.ต่อวัน และเครื่องทำน้ำแข็งขนาดเล็กกำลังการผลิต 50 – 80 กก. ต่อวัน สำหรับใช้บริโภคในครัวเรือน เจ้าของโรงน้ำแข็งมีทางเลือกผู้ผลิตเครื่องทำน้ำแข็งทั้งในและต่างประเทศ และขนาดเครื่องทำน้ำแข็งเพิ่มมากขึ้น

บริษัทผู้ผลิตเครื่องทำน้ำแข็งจึงจำเป็นต้องปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต จัดสรรการใช้ทรัพยาการอย่างมีประสิทธิภาพ และลดต้นทุนเพื่อเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขัน สามารถตอบสนองความต้องการของเจ้าของโรงน้ำแข็งที่เพิ่มขึ้น และลดค่าเสียโอกาสในการครองส่วนแบ่งการตลาด (Market Share) จากผู้ผลิตเครื่องทำน้ำแข็งรายอื่นๆ

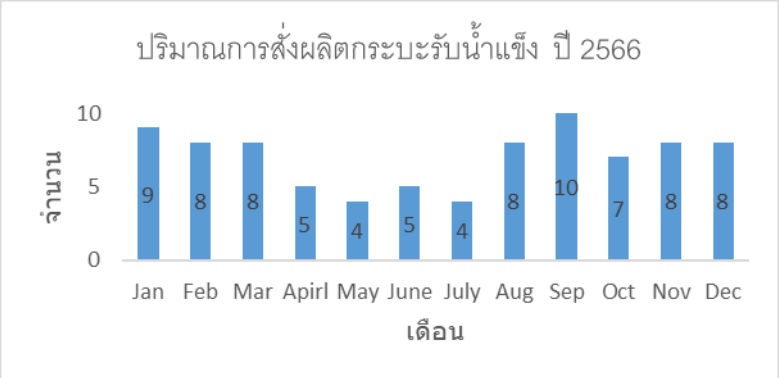
บริษัทผลิตเครื่องทำน้ำแข็งกรณีศึกษา เป็นบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายเครื่องทำน้ำแข็ง อะไหล่และอุปกรณ์เสริมสำหรับเครื่องทำน้ำแข็ง ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ สำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตน้ำแข็ง จัดจำหน่ายเครื่องทำน้ำแข็งในภูมิภาคเอเชียและต่างประเทศ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษากระบวนการผลิตชุดกระบะลำเลียงน้ำแข็ง รุ่นกลาง ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของเครื่องทำน้ำแข็ง จากเดิมบริษัทกรณีศึกษาทำการออกแบบ แต่ทำการสั่งผลิตกระบะรับน้ำแข็งจากบริษัทอื่น ในปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาทำการออกแบบ และผลิตกระบะรับน้ำแข็งเอง โดยรูปแบบสายการผลิตเป็นสายการผลิตแบบแรงงานคน (Assembly Operation) เป็นส่วนใหญ่

ภาพที่ 1.1 ภาพตัวอย่างชุดกระบะลำเลียงน้ำแข็ง

ที่มา: https://www.screw-conveyors.com/screw-conveyors-gallery/

ผู้วิจัยทำการศึกษากระบวนการและขั้นตอนการทำงานเบื้องต้น จากการผลิตที่ผ่านมาพบว่างานไม่สามารถผลิตได้ตามแผนที่วางไว้ เกิดปัญหาคอขวด (Bottleneck) ยังไม่มีการศึกษาเวลามาตรฐานที่ดี ทำให้ไม่มีการแบ่งงานที่ชัดเจนให้กับพนักงานในแต่ละขั้นตอน โดยปัจจุบันจะเป็นการแบ่งงานตามอัตราการผลิตของแต่ละกระบวนการที่ถูกกำหนดมาตั้งแต่แรกเริ่มที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์และจัดสรรงานให้คนลงไปทำ ซึ่งจากสภาพการทำงานจริงพบว่า มีสภาวะการว่างงานในบางกระบวนการ บางคนรับภาระงานที่หนักเกินไป บางคนว่างงาน ในบางขั้นตอนเกิดการรอของขั้นตอนและบางกระบวนการทำงานเสร็จก่อนเวลาเลิกงาน ซึ่งเกิดการใช้ทรัพยากรอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ทั้งในส่วนของแรงงาน และเวลา สายการผลิตมีประสิทธิภาพการผลิตต่ำ ทำให้เกิดการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าล่าช้า ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าเท่าที่ควร ลูกค้าเกิดความไม่พอใจ และเมื่อมีการเพิ่มอัตราการผลิต ส่งผลให้สินค้ามีคุณภาพต่ำลง สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายค่าล่วงเวลา ต้องใช้เวลาตรวจสอบนานและเกิดการสิ้นเปลืองเวลาและทรัพยากร โดยปริมาณการสั่งผลิตกระบะรับน้ำแข็งในปี 2566 แสดงดังภาพที่ 1.1 มีการสั่งผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็ง เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 7 ชุด/เดือน ซึ่งค่าเฉลี่ยการผลิตในปัจจุบัน เท่ากับ 4 ชุด/เดือน ค่าเฉลี่ยการผลิตในปัจจุบัน เท่ากับ 4 ชุด/เดือน



ภาพที่ 1.2 ปริมาณการสั่งผลิตชุดกระบะลำเลียงน้ำแข็ง

ที่มา: ตารางวางแผนการผลิตหลัก (Master production schedule) กระบะรับน้ำแข็ง ประจำปี 2566

จากความเป็นมาและความสำคัญที่กล่าวมา บริษัทกรณีศึกษาจึงจำเป็นต้องปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต และลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ได้แก่ ความสูญเสียจากการรอคอยงาน ความสูญเสียจากการขนย้าย และความสูญเสียจากกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า เพื่อลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า (Takt Time) สามารถผลิตงานได้ตามจำนวนที่ตั้งเป้าหมายไว้ โดยให้เวลาการทำงานแต่ละสถานีงานมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ให้ทันต่อความต้องการ (Takt Time)

1.2.2 เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิต สายการผลิตมีความสมดุลมากขึ้น

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็ง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ มุ่งเน้นปรับปรุงการผลิต สายการประกอบกระบะลำเลียงน้ำแข็ง รุ่น กลาง ตั้งแต่ขั้นตอนการประกอบขึ้นรูป (Assembly Process) 6 ส่วนประกอบหลัก จนถึงกระบวนการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนหลักเข้ากับกระบะ และตรวจสอบความเรียบร้อย มีลักษณะสายการประกอบแบบแรงงานคน (Manual Operation Line) เวลาการทำงาน 7.7 ชั่วโมงต่อวัน 214.7 ชั่วโมงต่อเดือน โดยเก็บข้อมูลการศึกษา 3 ส่วน ดังนี้

1.3.1 ศึกษาขั้นตอนและเวลาที่ใช้ในการผลิต เพื่อวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางในการแก้ไข

1.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นโดยใช้เทคนิค ECRS

1.3.3 ประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดสมดุลการผลิต ทางฮิวริสติส์ 3 วิธี ดังนี้

1.3.3.1 วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากสุดก่อน Largest Candidate Rule (LCR)

1.3.3.2 วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ Kilbridge and Wester(K&W)

1.3.3.3 วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง Rank Position Weighted (RPW)

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ศึกษาและเก็บข้อมูลการผลิตปัจจุบัน ของโรงงานกรณีศึกษา

1.4.3 การศึกษาเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานย่อย

1.4.4 วิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิตและความสูญเปล่าของสายการผลิตในปัจจุบัน

1.4.5 หาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อลดความสูญเปล่าโดยใช้หลักการ ECRS

1.4.6 จัดสมดุลสายการผลิตใหม่ ด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์ 3 วิธีการ

1.4.7 วิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดสมดุลการผลิต

1.4.8 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.4.9 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 กระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนเกิดความสมดุล สามารถผลิตงานได้ตามจำนวนที่ตั้งเป้าหมายไว้ และเกิดความสูญเปล่าน้อยที่สุด

1.4.2 นำวิธีการจัดสมดุลการผลิตไปใช้เป็นต้นแบบของการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิต กระบะลำเลียงน้ำแข็งรุ่นอื่นๆ ในบริษัทกรณีศึกษา

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และ ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะศึกษารวบรวมแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้ใน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การปรุงปรุงเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต

2.1 ระบบการผลิต (Production system)

2.2 ทฤษฎีการเพิ่มผลิตภาพ (Productivity)

2.3 ทฤษฎีศึกษาการทำงาน (Work Study)

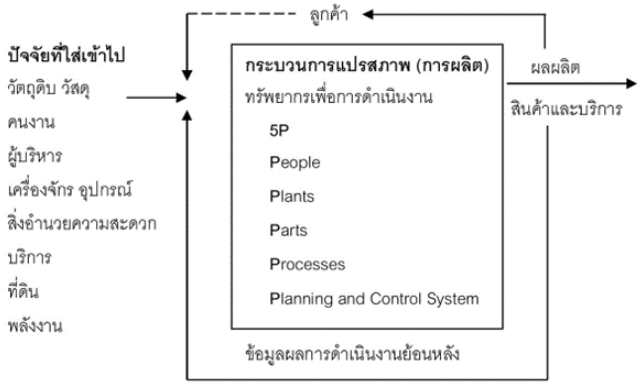
2.4 ทฤษฎีศึกษาเวลาการทำงาน (Time Study)

2.5 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการผลิต (Production system)

ระบบการผลิต (Production System) หมายถึง กระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดการสร้างสิ่งหนึ่งจากการใช้ทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ การดำเนินการผลิตจะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนก่อนหลัง ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ปัจจัยการผลิต(input) กระบวนการแปลงสภาพ (conversion process) และผลผลิต (output) ที่อาจเป็นสินค้าและการบริการ (สุจิตรา บัวผัน 2564) แสดงองค์ประกอบการผลิตดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบระบบการผลิต (Production System)

ที่มา: (http://www.thailandindustry.com, 2567)

จากภาพที่ 2.2 หลังจากการผลิตจะมีข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) จากการผลิต สำหรับใช้ในการควบคุมและประเมินผลระบบการผลิต จากนั้นนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการที่วางแผนไว้ หากไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ต้องมีการปรับปรุงปัจจัยนำเข้า หรือกระบวนการผลิต โดยระบบการผลิต แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.1.1 ระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow Production)

ระบบการผลิตแบบต่อเนื่อง เป็นการผลิตสินค้าน้อยชนิด โดยผลิตครั้งละปริมาณมากๆ มีลำดับการผลิตที่แน่นอน เหมาะกับการผลิตสินค้าที่มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมีขนาดใหญ่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ การป้อนงานเข้าหน่วยผลิตแต่ละหน่วยใช้กฎเกณฑ์เข้าก่อนออกก่อน (first in - first out)

2.1.2 ระบบการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent Production)

ระบบการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง เป็นการผลิตสินค้ามากชนิด โดยแต่ละชนิดมีปริมาณน้อย หรือเรียกว่าการผลิตแบบรับจ้างทำ (job shop production) โดยลำดับการผลิตจะเปลี่ยนแปลงตามลักษณะของผลิตภัณฑ์

2.1.3 ระบบการผลิตแบบโครงการ (Project Production)

ระบบการผลิตแบบโครงการ เป็นการผลิตขนาดใหญ่ และมีราคาแพง โดยมีลักษณะการผลิตตามความต้องการของลูกค้า การผลิตแบบโครงการมีปริมาณการผลิตต่อครั้งน้อยมาก หรืออาจจะเป็นการผลิตครั้งเดียวแต่ใช้ระยะเวลานาน การผลิตจะเกิดตามสถานที่ตั้งของโครงการนั้นๆ เมื่อเสร็จงานก็จะย้ายทรัพยากร (คน แรงงาน เครื่องจักร)ไปโครงการใหม่ เช่น การสร้างถนน สร้างทางด่วน

2.2 ทฤษฎีการเพิ่มผลิตภาพ (Productivity)

การเพิ่มผลิตภาพ หรืออัตราการผลิต (Productivity) (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญา 2021) หมายถึง การทำให้อัตราส่วนระหว่างผลผลิตที่ได้จากการผลิต (Output) กับทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต (Input) ให้มีมูลค่าสูงขึ้น ซึ่งทรัพยากรรวมถึงสิ่งปลูกสร้าง เครื่องจักร และแรงงาน โดยแสดงในรูปของสมการที่ 2.1 ดังนี้

$$Productivity = \frac{Output}{Input} \tag{2.1}$$

จากสมการการเพิ่มผลิตภาพ ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราผลิตภาพ คือ ผลลัพธ์ต่อการใช้ทรัพยากรการผลิต ซึ่งการเพิ่มอัตราส่วนระหว่างผลิตภัณฑ์ต่อทรัพยากรอาจทำให้อัตราการผลิตสูงขึ้น

2.2.1 แนวทางการเพิ่มผลิตภาพ

(1) การเพิ่มผลผลิต โดยใช้ทรัพยากรให้น้อยลง (Output เพิ่ม Input น้อยลง)

(2) การเพิ่มผลผลิต โดยใช้ทรัพยากรเท่าเดิม (Output เพิ่ม Input เท่าเดิม)

(3) การเพิ่มผลผลิต โดยใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้น แต่อัตราส่วนน้อยกว่าเดิม (Output เพิ่ม Input เพิ่มน้อยกว่าเดิม)

(4) ผลผลิตคงที่ โดยใช้ทระยากรน้อยลง (Output คงที่ Input น้อยลง)

(5) ผลผลิตน้อยลง โดยใช้ทรัพยากรน้อยลงในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นกว่าเดิม (Output น้อยลง Input น้อยลงกว่าเดิม)

2.2.2 ความสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพ

การเพิ่มประสิทธิภากการผลิตจึงมีความสำคัญในการพัฒนาองค์กร การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ส่งผลต่อทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลกระทบต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.2.2.1 ผลกระทบต่อผู้บริโภค คือ ผู้บริโภคได้รับสินค้าที่มีคุณภาพ ทันต่อความต้องการ สินค้ามีความหลากหลายมากขึ้นและราคาถูกลง

2.2.2.2 ผลกระทบต่อพนักงาน คือ พนักงานได้รับผลตอบแทนในรูปแบบของค่าจ้าง สวัสดิการที่สูงขึ้น ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของพนักงานมีความมั่นคง และยังได้พัฒนาฝีมือการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2.2.3 ผลกระทบต่อองค์กร คือ องค์กรได้ผลกำไรสูงขึ้น ต้นทุนการผลิตลดลง **ทำให้**สามารถขยายองค์กรอย่างมั่นคง มีประสิทธิภาพ และมีส่วนแบ่งทางการตลาดสูงขึ้น เนื่องจากได้รับความเชื่อมั่นจากลูกค้า

2.2.2.4 ผลกระทบต่อประเทศ คือ ประชาชนและรัฐบาลประชาชนมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ประเทศชาติพัฒนาในส่วนทางด้านเศรษฐกิจ และอัตราการจ้างงาน

2.2.3 ความสูญเปล่าในการเพิ่มประสิทธิภาพ (Waste)

ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการเพิ่มประสิทธิภาพ หมายถึง การสูญเสียทรัพยากรการผลิตที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุน คุณภาพ และการส่งมอบ โดยไม่เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ (Non-Value Added Activities หรือ N/VA) ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตทั่วไป มักมีสาเหตุที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่าในการผลิต ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ประสิทธิภาพการผลิตต่ำ ไม่บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า สามารถสรุปได้ดังนี้

2.2.2.1 การผลิตมากเกินไป (Over Production) คือ การผลิตที่มากเกินความต้องการของลูกค้าหรือความต้องการใช้ในขณะนั้น หรือมีการผลิตล่วงหน้าเป็นเวลานาน ทำให้ผู้ผลิตจึงต้องแบกรับต้นทุนที่สูญเสีย และเสียเวลาในการผลิต

2.2.2.2 กระบวนการผลิตขาดประสิทธิผล (Non-Effective Process) คือ การทำงานที่มีขั้นตอนมากเกินความจำเป็น อาจเกิดจากระบบงานที่มีการออกแบบกระบวนการหรือเครื่องจักรในการผลิตที่ไม่เหมาะสม ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการได้ หรืออาจเกิดจากการขาดการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการ

2.2.2.3 การผลิตที่เกิดของเสียหรือแก้ไขงาน (Defect/Rework) คือ การสูญเปล่าที่เกิดจากงานเสียและการที่ไม่สามารถแก้ไขงานเสียนั้นได้ทันที รวมไปถึงความสูญเปล่าของการซ่อมงาน ทำให้เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส อีกทั้งลูกค้าไม่ไว้วางใจในคุณภาพของสินค้าถ้าหากเกิดของเสียจำนวนมาก

2.2.2.4 การเคลื่อนไหว (Motion) คือ การสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหว หรืออาจเกิดจากการออกแบบสภาพการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น การจัดวางโต๊ะทำงาน การเคลื่อนไหวร่างกายที่มากเกินความจำเป็น ขาดมาตรฐานในการทำงาน ส่งผลให้คุณภาพของงานที่ออกมาไม่มีความสม่ำเสมอ พนักงานเกิดความล้า และใช้เวลาในการทำงานมากขึ้น

2.2.2.5 การรอคอยหรือความล่าช้า (Delay/Idle Time) คือ การสูญเปล่าที่เกิดจากการวางแผน การขาดความสมดุลจากกระบวนการไหลของวัตถุดิบ ใช้ประโยชน์จากแรงงานและเครื่องจักรได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ (Man & Machine Utilization) ทำให้เสียค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน เครื่องจักร และค่าโสหุ้ย

2.2.2.6 การเก็บสินค้าคงคลัง (Unnecessary Stock) คือ การสูญเปล่าที่เกิดจากการจัดเก็บวัสดุคงคลัง หรือสินค้าสาเร็จรูป (Finished Goods, FG) มากเกินความต้องการและไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงาน เสียต้นทุนการที่สร้างโกดัง เพื่อเก็บชิ้นส่วนประกอบ

หรือผลผลิตสำเร็จรูป หรือเสียค่าใช้จ่ายเพื่อการควบคุมดูแลรักษา ค่าเช่า โกดังค่าแรงงาน ต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

2.2.2.7 การขนส่งหรือขนย้าย (Transportation/Conveyance) คือ การสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงสถานที่เพื่อทำให้กระบวนการผลิตดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง หรือการขนย้ายงานจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งซึ่งไม่ทำให้เกิดมูลค่า เช่น การขนถ่ายวัสดุซ้ำซ้อน เลือกเส้นทางการขนส่งไม่เหมาะสม

2.3 ทฤษฎีศึกษาการทำงาน (Work Study)

การศึกษาการทำงาน (Work Study) หมายถึง หลักการที่ใช้เพื่อการปรับปรุงผลผลิตให้ประสบความสำเร็จ โดยใช้เทคนิคของการตรวจสอบ และวิเคราะห์ขั้นตอนทำงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออกอย่างมีระบบ อีกทั้งนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงและกำหนดมาตรฐานของวิธีการทำงานในกระบวนการต่าง ๆให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การศึกษาการทำงานยังช่วยเพิ่มผลิตภัณฑ์ต้นทุนการผลิตต่ำลง ซึ่งการศึกษางาน ประกอบด้วยวิธีการ 2 วิธีการ ดังนี้

(1) การศึกษาวิธีทำงาน (Method Study) คือ การศึกษากระบวนการทำงานหรือวิธีการทำงานที่ใช้อยู่หรือเสนอวิธีการทำงานใหม่ ที่ง่าย สะดวก และต้นทุนต่ำที่สุดแต่มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการทำงานแบบเดิม เพื่อทำให้เกิดวิธีการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ลดการสูญเสียให้น้อยลง

(2) การวัดผลงาน (Work Measurement) คือ การศึกษากระบวนการทำงานเพื่อกำหนดเวลาการทำงานมาตรฐาน (Standard Time) เพื่อให้บริหารกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการกำหนดแผนงาน การปรับปรุงสมดุลสายการผลิต (Line balancing) การวางแผนจัดกำลังคน

การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement) เป็นวิธีการที่มีความสัมพันธ์กันโดยการศึกษาวิธีการทำงานเป็นการศึกษาและเก็บข้อมูลขั้นตอนการทำงานที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน เพื่อลดขั้นตอนหรือกระบวนการทำงานที่ไม่จำเป็น ในส่วนการวัดผลงานเป็นการกำหนดเวลาใหม่ เพื่อลดเวลาการทำงานที่ไม่ประสิทธิภาพ จากนั้นทำการวัดประสิทธิภาพผลงาน ดังนั้นหากต้องการศึกษาการทำงาน ต้องทำการศึกษาวิธีการทำงานก่อน แล้วจึงทำการวัดผลงาน เพื่อประสิทธิภาพอัตราการผลิตที่สูงขึ้น

2.3.1 หลักการศึกษาวิธีการทำงาน

หลักการศึกษาการทำงาน เพื่อปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ใช้แรงงานคน วัตถุดิบและเครื่องจักรให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยหลักการศึกษาการทำงาน แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1.1 การเลือกงานที่จะศึกษา

การเลือกงานที่จะศึกษาควรทราบถึงความสำคัญของงานและความเร่งด่วนในการดำเนินงานก่อน โดยพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ เช่น ต้นทุนและกำหนดเวลา การเลือกงานจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากการเลือกงานที่ผิดพลาดอาจทำให้เสียโอกาสและเวลาในการศึกษา งานที่เลือกศึกษาเพื่อปรับปรุงวิธีการทำงาน สามารถเลือกพิจารณาตามองค์ประกอบ ดังนี้

(1) **การพิจารณาด้านต้นทุน** คือ การพิจารณาการใช้วัสดุ หรือความคุ้มค่าของงานนั้นก่อให้เกิดมูลค่ามากน้อยเพียงใด หากงานนั้นก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มอย่างไม่คุ้มค่า มีการเกิดการสิ้นเปลืองวัตถุดิบ แรงงาน หรือเวลา เช่น เกิดการขนย้ายบ่อยครั้ง มีของเสียเกิดขึ้นจำนวนมาก งานเสร็จไม่ตรงตามกำหนด เป็นต้น

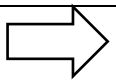
(2) การพิจารณาด้านเทคนิค คือ การพิจารณาการใช้เครื่องมือหรือเทคนิคใหม่ๆ ที่จะนำมาใช้ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน ส่งผลกระทบต่อการทำงานหรือพนักงานด้านลบมากกว่าด้านบวกหรือไม่

(3) การพิจารณาด้านแรงงาน คือ การพิจารณาหากจะปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ๆ ควรจะพิจารณาถึงปฏิกิริยาของพนักงานที่เกี่ยวข้องกับวิธีการงานนั้น ว่ามีการต่อต้านหรือร่วมมือมากน้อยเพียงใด ทัศนคติของพนักงานส่งผลต่อการปรับปรุงกระบวนการมากที่สุด หากไม่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง โอกาสในการปรับปรุงการทำงานให้ประสบผลสำเร็จเกิดขึ้นได้ยาก

2.3.1.2 การเก็บบันทึกข้อมูลวิธีการทำงาน

การบันทึกขั้นตอนการทำงานจริงที่ทำอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งควรบันทึกวิธีการทำงานให้ง่าย ครบถ้วนถูกต้อง และเป็นมาตรฐาน อาจจะสรุปอยู่ในรูปแบบของแผนภูมิ, ไดอะแกรม หรือแบบฟอร์มมาตรฐานต่างๆ เพื่อให้สามารถเข้าใจวิธีการทำงานได้ทันที ไม่คลาดเคลื่อน เพื่อที่สามารถนำข้อมูลไปใช้วิเคราะห์และหาแนวทางการปรับปรุงได้อย่างถูกต้อง โดยสัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกการทำงานมี 5 สัญลักษณ์ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความหมายของสัญลักษณ์กิจกรรม

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	ความหมาย
	Operation (การปฏิบัติงาน)	กิจกรรมการเตรียม ผลิต หรือทำให้วัสดุมีการเปลี่ยนแปลง
	Transportation (การเคลื่อนที่)	การเคลื่อนย้ายวัสดุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง
	Check (การตรวจสอบ)	การตรวจสอบคุณภาพอย่างมีเหตุผล
	Delay (การล่าช้า)	เกิดการรอ หรือหยุดพัก
	Hold (การเก็บ)	การเก็บรักษา

2.3.1.3 การวิเคราะห์วิธีการทำงาน

ขั้นตอนการวิเคราะห์วิธีการทำงานทำให้ทราบถึงปัญหา และแนวคิดที่สำหรับการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากข้อมูลการทำงานที่บันทึกไว้ และใช้เทคนิคการตั้งคำถามเพื่อหาสาเหตุของปัญหาอย่างแท้จริง ซึ่งการตั้งคำถาม 5W+1H แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสำหรับตรวจสอบอย่างละเอียด ได้แก่ What, Who, Where, When และ กลุ่มตรวจสอบเพื่อหาแนวทางการปรับปรุง ได้แก่ Why, Which, How แสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตารางการตั้งคำถาม

แนวทางปัญหา	คำถามกลุ่มที่ 1	คำถามกลุ่มที่ 2
เป้าหมายการทำงาน	What	Why, Which
ผู้ปฏิบัติงาน	Who	Why, Which
สถานที่ปฏิบัติงาน	Where	Why, Which
ขั้นตอนการทำงาน	When	Why, Which
วิธีการทำงาน	How	Why, Which

จากตารางที่ 2.2 กระบวนการนี้เมื่อทำการตั้งคำถามตามลำดับชั้น จะพบว่ากระบวนการที่ทำงานอยู่เหมาะสมหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสมจะเริ่มทำการหาแนวทางการปรับปรุง ถ้าเหมาะสมอยู่แล้วจะทำการหาวิธีการพัฒนาที่ดีกว่าเดิม

2.3.1.4 การปรับปรุงวิธีการทำงาน

หลังจากกระบวนการวิเคราะห์หาปัญหาของกระบวนการและทราบแนวทางการปรับปรุง ทำการบันทึกวิธีการลงบนแผนภูมิ และไดอะแกรมต่างๆเพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจและตรวจสอบข้อมูลปัญหาอย่างละเอียด จากนั้นพัฒนาและปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อกำหนดเป็นวิธีการมาตรฐาน

การปรับปรุงวิธีการทำงานจะถูกวิเคราะห์จากกระบวนการตั้งคำถาม เมื่อตรวจสอบว่างานควรได้รับการปรับปรุงหรือพัฒนาจะนำไปสู่หลักการการปรับปรุงงาน ซึ่งการปรับปรุงงานสามารถใช้หลักการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ECRS (วุฒิพร ศรีไพโรจน, 2558) รายละเอียดดังนี้

(1) E (Eliminate) คือ การกำจัดงานที่ไม่จำเป็นออก โดยเกิดจากการตั้งคำถาม แล้วพบว่างานนนี้ไม่มีความจำเป็น ไม่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ด้านบวก การพิจารณาการตัดงานที่ไม่จำเป็นออกอาศัยหลักการ เช่น งานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า หรืองานที่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องต้นทุน งานที่ไม่มีวัตถุประสงค์ และงานที่ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการ

(2) C (Combine) คือ การรวมขั้นตอน ในกระบวนากรผลิตมักมีขั้นตอนปฏิบัติงานย่อยหลายขั้นตอน เนื่องจากมีการแบ่งงานตามความชำนาญ แต่บางสถานการณ์การมีขั้นตอนย่อยมากเกินความจำเป็น ทำให้เกิดปัญหาความไม่สมดุลในการผลิต เกิดการรอคอยระหว่างสถานีงาน (Bottle neck) ดังนั้นหลักการรวมงานจึงช่วยลดการทำงานและเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็นให้น้อยลง

(3) R (Rearrange) คือ การจัดลำดับงาน ในการผลิตมักมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิต ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานแบบเดิมอาจไม่เหมาะสม เนื่องจากสภาพแวดล้อมต่างๆที่เปลี่ยนไป การตรวจสอบด้วยวิธีการตั้งคำถามอย่างละเอียดเพื่อดูว่าจะสามารถเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานใหม่ได้หรือไม่ เพื่อให้ง่ายและรวดเร็ว ขึ้นการใช้แผนภูมิและไดอะแกรมต่างๆ บันทึกการทำงานจะช่วยให้เห็นว่ามีการเสียเวลารอคอยในขั้นตอนใด และสมควรจะเปลี่ยนลำดับ

ขั้นตอนการปฏิบัติงานอย่างไร เพื่อลดการเคลื่อนย้ายวัสดุและทำให้การไหลของงานเป็นไปอย่างรวดเร็ว

(4) S (Simplify) คือ การปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น โดยการตั้งคำถามเพื่อปรับปรุงงาน จะเริ่มตั้งแต่ขจัดงานที่ไม่จำเป็น รวมขั้นตอนการปฏิบัติงาน และสับเปลี่ยนลำดับการปฏิบัติงานแล้ว ท้ายที่สุดจะเหลือแต่งานที่จำเป็นต้องทำการปรับปรุง

2.3.1.5 การวัดผลการทำงาน

การวัดผลการทำงานที่ทำการปรับปรุงใหม่ ในหน่วยของตัวเลข เวลาที่ใช้ จำนวนพนักงาน ต้นทุน หรือระยะทางการเคลื่อนย้าย เป็นต้น ทำการเปรียบเทียบวิธีการทำงานแบบเดิมก่อนการปรับปรุง และวิธีการทำงานแบบใหม่หลังการปรับปรุง ซึ่งค่าการวัดผลงานที่วัดผลงานได้มีประสิทธิภาพที่สุด คือ ค่าประสิทธิภาพ

2.3.1.6 การกำหนดมาตรฐานการทำงานใหม่

การกำหนดมาตรฐานการทำงานใหม่ จะกำหนดเมื่อวิธีการทำงานที่ทำการปรับปรุงใหม่ได้รับการพิสูจน์และยอมรับ ขั้นตอนถัดไปกำหนดมาตรฐานการทำงานใหม่เป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อนำไปกำหนดใช้ในการปฏิบัติจริง

2.3.1.7 การนำไปใช้ปฏิบัติงาน

การนำวิธีการปฏิบัติงานใหม่ไปใช้ต้องคำนึงถึงการยอมรับของพนักงานและประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน เนื่องจากอาจส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิต

2.3.1.8 การการติดตามผล

หลังจากทำการกำหนดมาตรฐานการทำงานใหม่และนำไปใช้ การติดตามการใช้วิธีการที่ปรับปรุง และควบคุมดูแลให้ผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติงานตามวิธีการทำงานใหม่อย่างใกล้ชิด จำเป็นในระยะเริ่มต้น เพื่อป้องกันความผิดพลาด และหาวิธีการทำงานที่ดีกว่าเดิมอยู่เสมอ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานขององค์กร

2.4 การศึกษาเวลาการทำงาน (Time Study)

การศึกษาเวลาการทำงาน คือ การวัดงานอย่างมีกระบวนการ ด้วยเครื่องวัดเวลา ซึ่งเป็นหน่วยวินาที นาที หรือชั่วโมง เพื่อกำหนดหาเวลาในการทำงานที่เหมาะสมที่พนักงานสามารถทำงานได้ เป็นการทำงานในอัตราที่ปกติภายใต้เงื่อนไขมาตรฐานในการวัดผลงานโดยมีผลลัพธ์ของการวัดผลงานเรียกว่า เวลามาตรฐาน (Standard Time) โดยการศึกษาเวลาสามารถแบ่งออกได้ 4 วิธีการ ดังนี้

2.4.1 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct time study)

การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเวลาที่ใช้การจับเวลาพนักงานที่มีปฏิบัติงานจริง ทำการจับเวลาโดยเครื่องมือจับเวลา เช่น นาฬิกา และบันทึกข้อมูล ทั้งนี้ต้องมีการคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลา แล้วจึงนำมาหาเวลา ทำงานปกติ (Normal Time) เวลามาตรฐานต่อไป ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันมาก โดยขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรง แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

2.4.1.1 การจดบันทึก คือ การจดบันทึกข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับงานที่ต้องการศึกษา เช่น สภาพการทำงาน วิธีการทำงาน และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในการทำงานขณะทำการบันทึกข้อมูลอยู่ เป็นต้น โดยบันทึกข้อมูลลงแบบฟอร์มให้ถูกต้องและครบถ้วน เพื่อใช้เป็นลำดับในการจับเวลา และเพื่อใช้อ้างอิงในภายหลัง

2.4.2.2 การแบ่งงานออกเป็นงานย่อย (Element) คือ การบันทึกวิธีการเพื่อจับเวลาเนื่องจากศึกษาวิธีการจะเป็นการทำงานช้าๆ ซึ่งทำให้ได้ผลผลิตชิ้นเดียวหรือหลายชิ้นก็ได้ เมื่อครบรอบการทำงาน บางครั้งจะมีงานอื่นเข้าแทรก เช่น การตรวจสอบคุณภาพ การจดรายละเอียดงาน ดังนั้นให้เพื่อแน่ใจว่าการทำงานในแต่ละรอบเหมือนกัน จึงจำเป็นต้องแบ่งรายละเอียดของงานออกเป็นขั้นตอนย่อยๆต่อเนื่องกัน โดยงานแต่ละขั้นตอนเรียกว่า งานย่อย (Elements) เพื่อให้ตรวจสอบวิธีการทำงานในแต่ละรอบง่ายและสะดวกขึ้น ซึ่งมีหลักการแบ่งงานออกเป็นงานย่อย ดังนี้

(1) แยกงานที่ทำเป็นประจำ (Regular Element) กับงานที่ทำครั้งคราว (Irregular Element) งานที่ทำประจำคืองานที่ทำทุกรอบการทำงาน แต่งานที่ทำเป็นครั้งคราวจะไม่ได้ทำทุกรอบการทำงาน จะแยกจับเวลาแล้วนำมาเฉลี่ยรวมเข้าไปทีหลัง

(2) เวลาแต่ละงานควรสั้น แต่ไม่ควรสั้นจนจับเวลาไม่ได้ ถ้าเวลาของงานย่อยสั้นเกินไปควรรวมหลายงานย่อยเข้าด้วยกัน เพื่อให้มีเวลาเพียงพอในการจับเวลา

(3) งานย่อยจะต้องมีมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่ชัดเจน

(4) แยกงานย่อยที่ทำด้วยคน (Manual Elements) กับงานย่อยที่ทำด้วยเครื่องจักร (Machine Elements) ให้ชัดเจน งานย่อยที่ทำด้วยคน ทำการจับเวลาการทำงานและประเมินประสิทธิภาพการทำงานตามขั้นตอนการศึกษาเวลา ส่วนงานย่อยที่ทำด้วยเครื่องจักรมักจะคงที่ เพราะป้อนชิ้นงานหรือผลิตผลเข้าเครื่องจักรแบบอัตโนมัติ

จะคิดอัตรา 100% เสมอ

2.4.2.3 การสังเกตและบันทึกเวลา คือ การเริ่มต้นจับเวลางานย่อยที่ทำการแบ่งงานย่อยไว้ ซึ่งจับเวลาตามจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดแต่ละงานย่อย โดยการจับเวลาแบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

(1) การจับเวลาแบบต่อเนื่อง คือ การจับเวลาโดยผู้จับเวลาจะเริ่มต้นจับเวลางานย่อยแรก โดยให้นาฬิกาจับเวลาเริ่มต้นที่ 0 เมื่อสิ้นสุดงานย่อยที่หนึ่ง ให้อ่านเวลาจากนาฬิกาจับเวลาแล้วบันทึกลงในแบบฟอร์มโดยไม่ต้องทำการหยุดเวลา เมื่อสิ้นสุดงานย่อยถัดไปอ่านค่าเวลาจากนาฬิกาอีกเวลาที่ได้ต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการจับเวลา เวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละงานย่อย เอาเวลางานที่จดบนทึกได้ลบออกด้วยเวลาก่อนหน้านี้จะได้เวลางานย่อยนั้น ๆ ข้อเสียคือ ต้องทำการคำนวณหักลบเวลาในภายหลัง

(2) การจับเวลาแบบย้อนกลับ คือ การจับเวลาของแต่ละงานย่อย โดยเริ่มต้นจับเวลาของแต่ละงานย่อยที่ 0 เมื่อสิ้นสุดงานย่อย บันทึกเวลาลงในฟอร์ม จากนั้นตั้งเวลาใหม่ที่ 0 เมื่อเริ่มงานย่อยถัดไป การจับเวลาแบบย้อนกลับ ไม่ต้องคำนวณเวลาแต่ละงานย่อยใหม่ ได้เวลาขณะที่จับเวลาสิ้นสุดเลย แต่ข้อเสีย คือ เวลาอาจมีการคลาดเคลื่อน เนื่องจากต้องทำการปรับเวลามาที่ 0 ทุกครั้ง เมื่อเริ่มงานย่อยใหม่

(3) การจับเวลาแบบสะสม คือ การจับเวลาที่คล้ายกับการจับเวลาแบบย้อนกลับ แต่ต้องใช้จำนวนนาฬิกา 2-3 เรือน ที่สามารถเชื่อมต่อกันได้ ในขณะที่นาฬิกาเรือนที่ 1 เริ่มจับเวลา นาฬิกาเรือนที่ 2 จะหยุด ในขณะที่นาฬิกาเรือนที่ 2 หยุด นาฬิกาเรือนที่ 1 จะเริ่มเดิน เวลาของงานย่อยแต่ละงานจะสามารถอ่านได้เลย

2.4.2.4 การคำนวณจำนวนรอบการจับเวลา คือ การหาจำนวนรอบสำหรับการจับเวลาเนื่องจากเวลาการทำงานย่อยในแต่ละรอบ ย่อมมีความแต่กต่างกัน ซึ่งอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมการทำงาน ความเร็วในการทำงาน หรือความคลาดเคลื่อนของการอ่านค่าเวลาบนนาฬิกา ซึ่งการใช้นาฬิกาจับเวลาถือเป็นการจับเวลาแบบสุ่มรูปแบบหนึ่ง แต่เป็นการสุ่มบนตัวอย่างเดียวที่มีความต่อเนื่อง ดังนั้นเพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ ถ้าเวลาของงานย่อยมีความ

แปรผันมาก จำนวนรอบในการจับเวลาจึงต้องมากขึ้น ยิ่งจำนวนรอบมากขึ้นข้อมูลยิ่งมีความน่าเชื่อถือ

ซึ่งการคำนวนจำนวนรอบการจับเวลาที่เหมาะสมกับข้อมูล ขึ้นอยู่กับค่าความเชื่อมั่นที่ต้องการ และค่าความคลาดเคลื่อน โดยปกติใช้ระดับค่าความเชื่อมมั่น 95% และผิดพลาดไม่เกิน ±5% ดังนั้นการคำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลาจะใช้หลักสถิติเข้ามาช่วย โดยการเปิดตาราง Maytag ถ้าวัฏจักรการทำงานสั้นกว่า 2 นาที อ่านข้อมูลจากกลุ่ม 10 และถ้าวัฏจักรการทำงานยาวกว่า 2 นาที อ่านข้อมูลจากกลุ่ม 5 ของตาราง ตาราง Maytag แสดงดังตาราง 2.3

ตารางที่ 2.3 ตาราง Maytag การหาจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับค่าความคลาดเคลื่อน ±5% ภายใน95% ความเชื่อมั่น

$\frac{R}{\bar{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{\bar{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{\bar{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม	
	5	10		5	10		5	10
0.1	3	2	0.42	52	30	0.74	162	93
0.12	4	2	0.44	57	33	0.76	171	98
0.14	6	3	0.46	63	36	0.78	180	103
0.16	8	4	0.48	68	39	0.80	190	108
0.18	10	6	0.50	74	42	0.82	199	113
0.20	12	7	0.52	80	46	0.84	209	119
0.22	14	8	0.54	86	49	0.86	018	125
0.24	17	10	0.56	93	53	0.88	229	131
0.26	20	11	0.58	100	57	0.90	239	138
0.28	23	13	0.60	107	61	0.92	250	143
0.30	27	15	0.62	114	65	0.94	261	149
0.32	30	17	0.64	121	69	0.96	273	156
0.34	34	20	0.66	129	74	0.98	284	162
0.36	38	22	0.68	137	78	1.00	296	169
0.38	43	24	0.70	145	83			
0.40	47	27	0.72	153	88			

จากตารางที่ 2.3 (ที่มา: ธีทัต ตรีศิริชิต, **2567**) แสดงจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณ สามารถอ่านได้จากข้อมูล 5 กลุ่ม และ 10 กลุ่ม โดยขั้นตอนการหาจำนวนรอบที่เหมาะสมสำหรับการจับเวลางาน จากตารางค่า Maytag มีดังนี้

(1) จับเวลาการทำงานปกติ ถ้าวัฏจักรการทำงานสั้นกว่า 2 นาที อ่านข้อมูลจากกลุ่ม 10 และถ้าวัฏจักรการทำงานยาวกว่า 2 นาที อ่านข้อมูลจากกลุ่ม 5

(2) หาค่าพิสัย (R, Rang) ดังสมการที่ 2.2

$$R = H - L \tag{2.2}$$

โดย H (High) คือ ค่าสูงสุดของกลุ่ม และ L (Low) คือ ค่าต่ำสุดของกลุ่ม

(3) หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$, Average) ที่ได้จากผลรวมเวลาทุกงานย่อย หารด้วยจำนวนข้อมูล (5 หรือ 10) ดังสมการที่ 2. 3

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \qquad (2.\ 3)$$

(4) คำนวณหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในการจับเวลา R/$\bar{x}$

(5) เมื่อได้จำนวนรอบการจับเวลาที่เหมาะสมของแต่ละงานย่อยแล้ว นำค่า R/$\bar{x}$ ที่ได้ไปเปิดตาราง Maytag (ตารางที่ 2.3) เพื่อหาค่า n ที่ระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล 95% และความผิดพลาดไม่เกิน ±5%

2.4.2.5 การประเมินประสิทธิภาพ (Determining the rating Factor) (กิตติชัย 2023) คือ การประเมินสภาวะการทำงานของพนักงาน เนื่องจากพนักงานแต่ละคนย่อมมีความสามารถ และประสิทธิภาพในการทำงานต่างกัน บางคนทำงานช้า บางคนทำงานเร็ว การประเมินประสิทธิภาพการทำงานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อปรับเวลาการทำงานให้อยู่ในสภาวะปกติเดียวกัน โดยที่สภาวะการทำงานเป็นปกติ จะเทียบประสิทธิภาพการทำงานเป็น 100% โดยระบบของ Westing House ทำการประเมินปัจจัยการทำงาน 4 ด้าน ดังนี้

(1) ทักษะ หรือความชำนาญ (Skill) พนักงานที่ทำงานในกระบวนการผลิตเป็นพนักงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานมาไม่ต่ำกว่าสองปี ทำให้กระบวนการผลิตสามารถทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งพนักงานมีความชำนาญในงานที่ทำ

(2) ความพยายาม (Effort) ในกระบวนการผลิตพนักงานใช้ความพยายามและตั้งใจในการทำงาน

(3) สภาพการทำงาน (Condition) การทำงานอยู่ในสภาพที่มีลักษณะเดียวกันตลอดเวลา โดยสภาพแวดล้อมทั่วไปในการทำงาน

(4) ความสม่ำเสมอ (Consistency) ในระหว่างกระบวนการผลิตพนักงานมีการทำงานอยู่เสมอไม่มีการหยุดพัก รักษาระดับและความเร็วในการทำงาน ค่าการประเมินคะแนนประสิทธิภาพของระบบ Westing House แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตารางคะแนนการประเมินด้วยระบบ Westinghouse

ทักษะ (Skill)			ความพยายาม (Effort)		
คะแนน	สัญลักษณ์	คำอธิบาย	คะแนน	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
+0.15	A1	ดีเยี่ยม	+0.13	A1	ดีเยี่ยม
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	ดีมาก	+0.10	B1	ดีมาก
+0.08	B2		+0.08	B2	
+0.06	C1	ดี	+0.05	C1	ดี
+0.03	C2		+0.02	C2	
0.00	D	ปานกลาง	0.00	D	ปานกลาง
-0.05	E1	เฉยๆ	-0.04	E1	เฉยๆ
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	แย่	-0.12	F1	แย่
-0.22	F2		-0.17	F2	
สภาพการทำงาน (Condition)			ความสม่ำเสมอ (Consistency)		
คะแนน	สัญลักษณ์	คำอธิบาย	คะแนน	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
+0.06	A	ในอุดมคติ	+0.04	A	สมบูรณ์แบบ
+0.04	B	ดีมาก	+0.03	B	ดีมาก
+0.02	C	ดี	+0.01	C	ดี
0.00	D	ปานกลาง	0.00	D	ปานกลาง
-0.03	E	เฉยๆ	-0.02	E	เฉยๆ
-0.07	F	แย่	-0.04	F	แย่

2.4.2.6 คำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time) คือ เวลาที่พนักงานทำงานจริง (Working Time) ในปัจจุบันด้วยความปกติ เวลาปกติของงานย่อยคำนวณได้ ดังสมการที่ 2.4

$$NT = STxRF \tag{2.4}$$

โดยที่ *ST* = เวลาที่ใช้ทำงานปกติ *(Selected time)*

RF = ประสิทธิภาพการทำงาน *(Rating Factor)*

2.4.2.7 คำนวณหาเวลาค่าเผื่อ (Allowances Time) คือ เวลาที่เผื่อไว้สำหรับการพักของพนักงาน เนื่องจาก ความเหนื่อยล้า, เวลาพัก และเวลาอื่นๆที่ไม่ได้ทำงานโดยตรง และไม่ก่อให้เกิดคุณค่าของงาน ซึ่งการคำนวณค่าเผื่อแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

(1) ค่าเผื่อเวลาส่วนบุคคล (Personal allowance) คือ ค่าเผื่อเวลาสำหรับให้พนักงานทำภารกิจส่วนตัว เช่น เข้าห้องน้ำ โดยในอุตสากรรมทั่วไปกำหนดค่าเผื่อเวลาส่วนบุคคลไว้ 5% ของเวลาทำงาน

(2) ค่าเผื่อเวลาสำหรับความเมื่อยล้า (Fatigue allowance) คือ ค่าเผื่อเวลาสำหรับงานที่สร้างความเมื่อยล้า เช่น การทำงานหนักเป็นเวลานาน สภาพแวดล้อมการทำงานที่ไม่เหมาะสม การทำงานในอริยาบทเดิมนานๆ หรือความเครียดในการทำงาน เป็นต้น ค่าเผื่อของความเหนื่อยล้านี้จะถูกนำไปใช้การคำนวณเวลามาตรฐานและอัตราผลผลิตมาตรฐานต่อไป

(3) ค่าเผื่อเวลาสำหรับความช้า (Delay allowance) คือ ค่าเผื่อเวลาเนื่องจากการรอคอย หรือการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอุปกรณ์ระหว่างการทำงาน ซึ่งความล่าช้าที่เกิดขึ้นอาจเกิดขึ้นหลายรูปแบบ ทั้งแบบหลีกเลี่ยงได้และแบบหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น อุปกรณ์ทำงานชำรุดระหว่างการปฏิบัติงาน ไฟฟ้าดับ เป็นต้น

การคำนวณค่าเผื่อเวลาการทำงาน อาจขึ้นอยู่กับความเหมาะสมการใช้งานของผู้คำนวณ และอาจจะมีความแตกต่างสำหรับพนักงานหญิงและพนักงานชาย เพื่อให้การพิจารณาวางแผนอัตรากำลังคนเป็นไปได้อย่างสมดุล

2.4.2.8 คำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) คือ ค่าเวลาการทำงานที่ทำการจับเวลาตามขั้นตอนการทำงานจริง ตามรอบระดับความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้ รวมกับค่าเผื่อเวลาการทำงาน คำนวณได้ 2 วิธี ดังสมการที่ 2.5 และ 2.6

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} + \text{ค่าเผื่อเวลา} \tag{2.5}$$

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} + (\text{เวลาปกติ} \times \frac{\%\ \text{ค่าเผื่อ}}{100}) \tag{2.6}$$

2.4.2 การสุ่มงาน (Work Sampling)

การสุ่มงานเป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการสุ่มจับเวลาการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิตๆ ต้องใช้เวลาในการศึกษาเวลาเป็นเวลานานหลายสัปดาห์

2.4.3 การศึกษาเวลา

จากข้อมูลเวลามาตรฐานและสูตร (Standard Data and Formulas) เป็นการศึกษาเวลาที่ใช้ข้อมูลเวลาที่จัดทำเป็นมาตรฐานของโรงงานนั้น รวมทั้งการคำนวณหาเวลาจากสูตรสำเร็จ เช่น สูตรมาตรฐานในการคำนวณเวลางานกลึง สูตรที่โรงงานคิดขึ้นเอง เป็นต้น

2.4.4 การศึกษาเวลาโดยระบบหาเวลาก่อนล่วงหน้า (Predetermined Time System)

เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการหาเวลาล่วงหน้าก่อนที่งานจะเกิดจริงหรือการสังเคราะห์เวลาโดยใช้ระบบการหาเวลาชนิดต่าง เช่น ระบบ MTM และ ระบบ Work Factor เป็นต้น

2.5 การจัดสมดุลสายการผลิต (**Line Balancing**)

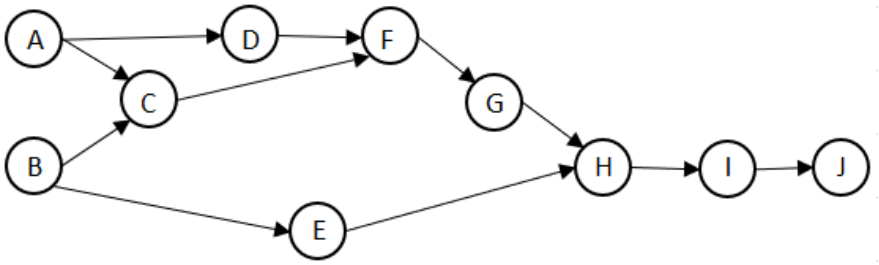
จัดสมดุลการผลิต คือ การจัดการความไม่มีประสิทธิภาพของสายการผลิต ที่ทำให้เกิดปัญหาด้านต่างๆ ในสายการผลิต เช่น การทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพของพนักงานในสายการผลิต การเกิดการรอคอยในสายการผลิต เป็นต้น อัตราการผลิตสินค้าจะถูกกำหนดโดยเวลาการทำงานของสถานีงานที่มีใช้เวลาการทำงานมากที่สุด เรียกว่า ลักษณะงานคอขวด (Bottleneck) โดยการจัดสมดุลสายการผลิตนั้นเพื่อให้ประสิทธิภาพการผลิตในแต่ละขั้นตอนเกิดความรวดเร็วและเหมาะสม กลุ่มงานถูกแบ่งให้กับพนักงานและเครื่องจักรที่เหมาะสม สถานีงานต่างๆมีอัตรการทำงานที่เท่าๆกัน

สิ่งที่สำคัญในการจัดสมดุลของสายการผลิต ที่เป็นตัวกำหนดอัตรการผลิต เรียกว่า รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) โดยรอบเวลาในการผลิตนั้น หมายถึง เวลาสูงสุดที่สินค้าจะผลิตเสร็จในแต่ละชิ้น ดังนั้นเวลาการผลิตของแต่ละสถานีงานควรมีความใกล้เคียงหรือเท่ากันมากที่สุด เพื่อให้สายการผลิตมีการไหลอย่างต่อเนื่อง ลดเวลาการว่างงานของพนักงานบางสถานี โดยการจัดสมดุลการผลิตมีขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) กำหนดและแบ่งงานก่อนหลังของงานย่อย คือ การวิเคราะห์และแยกแยะขั้นตอนการทำงานในการผลิตออกเป็นงานย่อยๆตามลำดับขั้น และตรวจสอบว่าแต่ละงานย่อยใช้เวลาในการผลิตเท่าใด โดยการแบ่งงานย่อยควรแบ่งให้น้อยที่สุดเท่าที่จะแบ่งได้ หรือแบ่งงานย่อยให้ใช้เวลาน้อยที่สุดแต่งานย่อยที่แบ่งต้องมีเวลายาวนานพอที่จะจับเวลาได้ เพื่อให้การจัดสมดุลการผลิตมีประสิทธิภาพ

(2) เรียงลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานย่อย คือ การพิจารณาสัมพันธ์ของการทำงานว่างานใดควรทำก่อนงานใดควรทำหลัง ซึ่งการกำหนดการทำก่อนหลังจะถูกกำหนดโดยธรรมชาติของ

การผลิตของงาน การแสดงความสัมพันธ์ก่อนหลังของการทำงานย่อยแต่ละงานมักนิยมใช้ไดอะแกรมความสัมพันธ์ก่อนหลัง (Precedence diagram) แสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงแผนภาพความสัมพันธ์ก่อนหลัง (Precedence diagram)

จากภาพแสดงความสัมพันธ์ก่อนหลัง (Precedence diagram) จะแสดงลำดับขั้นตอนของงานย่อยต่างๆ โดยจะใช้จุดเชื่อม (Node) เป็นสัญลักษณ์แทนงานย่อยของสายการผลิต และมีลูกศรเป็นตัวกำหนดทิศทางการดำเนินงาน โดยการดำเนินงานจะเริ่มจากด้านซ้ายสุดผ่านกระบวนการจนสำเร็จด้านขวามือ

(3) คำนวณจำนวนสถานีงานต่ำสุดที่ต้องการ คือ การหาจำนวนสถานีการผลิตที่ต่ำที่สุด ซึ่งเมื่อจัดสายการผลิตจริงอาจจัดได้มากกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี

(4) กำหนดงานย่อยที่ต้องทำให้กับสถานีงานการผลิต คือ การจัดการสถานีงานว่าสถานีงานใดควรทำงานย่อยใดบ้าง โดยพิจารณาจากลำดับงานก่อนหลังที่ทำการกำหนดไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า

(5) คำนวณหาประสิทธิภาพของสายการผลิต คือ การวัดผลประสิทธิภาพการจัดสมดุลการผลิต ซึ่งการวัดประสิทธิภาพสายการผลิตสามารถคำนวณได้หลายรูปแบบ ดังสมการที่ 2.7 และ 2.8

$$\text{ประสิทธิภาพสายการผลิต} = \frac{\text{ผลรวมประสิทธิภาพสถานีงานทั้งหมด}}{\text{จำนวนสถานีงานทั้งหมด}} \quad (2.7)$$

$$\text{ประสิทธิภาพในสถานีงาน} = \frac{\text{ผลรวมเวลาการทำงานในสถานีงาน} \times 100}{\text{รอบเวลาการผลิต}} \quad (2.8)$$

2.5.1 รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) คือ เวลาที่ใช้ในการผลิตในแต่ละรอบการทำงานโดยพนักงานหนึ่งคนอาจรับผิดชอบงานเดียวหรือหลายงานก็ได้ ซึ่งจะนับตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงเวลาการผลิตเสร็จ พร้อมจะผลิตรอบต่อไป แสดงดังสมการที่ 2.9

$$Cycle\ Time = \frac{\text{ผลรวมการจับเวลาปกติ}}{\text{จำนวนครั้งที่จับเวลา}} \quad (2.9)$$

รอบเวลาการผลิตจพละถูกกำหนดด้วยสายการผลิตที่ใช้เวลานานที่สุด เมื่อได้ค่ารอบเวลาการผลิต จะต้องทำการวัดรอบเวลาของแต่ละกระบวนการทำงาน และรอบเวลาในแต่ละงานย่อยของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อปรับรอบเวลาแล้วหาจำนวนพนักงานที่ต้องการ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยการหาค่าจำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุดตามทฤษฎี และประสิทธิภากสายการผลิต แสดงดังสมการที่ 2.10 และ 2.11 ตามลำดับ

$$\text{จำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุด} = \frac{\text{ผลรวมของเวลางานย่อย}}{\text{รอบเวลาการผลิต}} \quad (2.10)$$

$$\%\ Efficiency = \left(\sum T\ x\ 100\right) /\ nCT \quad (2.11)$$

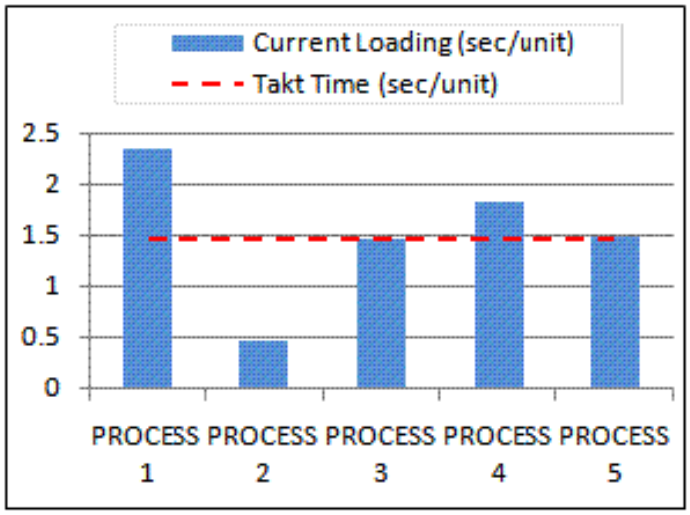
$\sum T$ = เวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด

n = จำนวนสถานีงาน

2.5.2 จังหวะความต้องการ (Takt Time) คือ เวลาที่สินค้าต้องถูกผลิตเพื่อให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า แสดงดังสมการที่ 2.12

$$Takt\ Time = \frac{\text{เวลาทำงานปกติสุทธิในหนึ่งเดือน}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อเดือน}} \quad (2.12)$$

ในการกำหนดจังหวะการผลิตให้เป็นไปตามที่ลูกค้าต้องการพนักงานในสายการผลิตจะต้องควบคุมการผลิตสินค้าในหนึ่งสถานีการผลิตให้นานไม่เกินเวลาที่กำหนด โดยการนำความเร็วในการผลิต ไปเปรียบเทียบกับรอบเวลาการ ทำงาน (Cycle Time) ถ้าหากใช้เวลาเกินกว่าที่กำหนด จะทำให้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทัน (Modern Manufacturing, 2017) แสดงตัวอย่างรอบเวลาการผลิต และรอบจังหวะความต้องการของลูกค้า ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 กราฟแสดงตัวอย่างรอบเวลาการผลิต และรอบจังหวะความต้องการลูกค้า

(ที่มา Six-Sigma-Material.com, 2567)

2.5.3 เทคนิคการจัดสมดุลการผลิต

การจัดสมดุลการผลิตมีหลากหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีจะเหมาะสมกับการจัดลำดับงานแตกต่างกันออกไป การหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดสมดุลการผลิตเป็นไปได้ยาก ผลลัพธ์สำหรับการจัดสมดุลการผลิต เช่น รอบเวลาการผลิตที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิต จำนวนสถานีงานที่เหมาะสม หรือจำนวนพนักงานที่เหมาะสมในสายการผลิต เป็นต้น สามารถแบ่งแนวทางในการจัดสมดุลการผลิต ได้เป็น 2 แนวทาง ดังนี้

2.5.3.1 วิธีทางทฤษฎี (Theoretical Approach)

วิธีทางทฤษฎี เป็นวิธีที่สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยนำความรู้ทางด้านการวิจัย (Operation Search) มาประยุกต์ ได้แก่ โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) และโปรแกรมพลวัต (Dynamic Programming) แต่ในทางปฏิบัติจริง วิธีการทางทฤษฎี เป็นวิธีการที่มีความยุ่งยากและใช้เวลานาน ซึ่งสำหรับสายการผลิตที่มีงานย่อยเป็นจำนวนมากจะไม่สามารถคำนวณด้วยวิธีได้นี้

2.5.3.2 วิธีการทางฮิวริสติกส์ (Heuristics Approach)

วิธีทางฮิวริสติกส์ เป็นการนำกฎต่างๆ มาใช้ในการหาผลลัพธ์ที่ของปัญหาและวิธีที่ทำให้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจนั้นไม่สามารถรับรองได้ว่าเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งวิธีการนี้สามารถหาผลลัพธ์ของปัญหาที่มีขนาดใหญ่โดยไม่ต้องใช้การคำนวณมากนัก(Baker,.1974) เนื่องจากวิธีการนี้ถูกคิดค้นเพื่อหลีกเลี่ยงความซับซ้อนของวิธีทางทฤษฎี กฎต่าง ๆ ที่เป็นฮิวริสติกส์

(Heuristic).ได้แก่.กฎการจัดลำดับความสำคัญ (Priority Dispatching Rules) เป็นกฎที่ใช้เลือกขั้นตอนการทำงาน (Operation)

โดยในงานวิจัยนี้จะเลือกประยุกต์ใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดก่อน (Largest-Candidate Rule) , วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Method) และวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method)

(1) วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดก่อน (Largest-Candidate Rule) เป็นวิธีการที่สามารถคำนวณด้วยมือ และมีประสิทธิภาพสูง โดยกำหนดงานที่ใช้เวลามากที่สุดมาก่อน ภายใต้เงื่อนไขการทำงานลำดับก่อน-หลัง และเวลารวมแต่ละสถานีไม่เกิน Takt Time ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เรียงรายการงานย่อยทั้งหมด โดยเรียงลำดับตามเวลาในการผลิต จากเวลามากหาเวลาน้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 จัดงานย่อยลงสถานีงานแรก โดยพิจารณางานย่อยที่มีเวลามากที่สุดก่อนจึงพิจารณางานย่อยอื่นๆลงสถานี โดยคำนึงถึงลำดับก่อนหน้าของงาน และเวลารวมในสถานีไม่เกินรอบเวลา

ขั้นตอนที่ 3 จัดงานย่อยลงในสถานีงานอื่นๆ เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการจัดงานย่อยลงสถานีเหมือนขั้นตอนที่ 2 จนครบ

(2) วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Method) เป็นวิธีการประยุกต์ใช้แก้ปัญหาการจัดสมดุลการผลิตงานที่มีความสลับซับซ้อน โดยเริ่มจากการเขียนผังลำดับงาน (Precedence Diagram) จากนั้นเลือกงานย่อยที่จะจัดเข้าสถานีงาน ตามเงื่อนไขผังลำดับงาน โดยเวลาของงานย่อยใกล้เคียงกับรอบเวลามากที่สุด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เขียนแผนผังลำดับงาน (Precedence Diagram) โดยใช้การกำหนดคอลลัมน์ (Column)

ขั้นตอนที่ 2 จัดงานย่อยลงสถานีโดยเรียงงานย่อยตามคออลัมน์ (Column) เริ่มจากคอลลัมน์ที่ 1 แล้วไล่ไปคอลัมน์อื่นๆ

ขั้นตอนที่ 3 จัดส่วนของงานย่อยลงสถานีงานอื่นๆ เหมือนขั้นตอนที่ 2 โดยคำนึงถึงเวลารวมในสถานีไม่เกินรอบเวลา

(3) วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method) เป็นวิธีการกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุดกับวิธีกิลบริดจ์เข้าด้วยกัน หรือเรียกว่า วิธีการ RPW ทำการคิดน้ำหนักแต่ละสถานีงาน โดยใช้ค่าเวลาการทำงานส่วนต่างๆกับค่าเวลาห่อนหน้าตามผังลำดับงานจากนั้นจัดงานย่อยลงสถานีงานตามลำดับ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาค่า RPW ของงานย่อยโดยการรวมเวลางานย่อยนั้นๆกับเวลางานย่อยที่ตามหลัง ตามลำดับผังลำดับงาน

ขั้นตอนที่ 2 ลงรายการส่วนของงานทั้งหมดตามลำดับ RPW โดยจัด RPW ที่มีค่าสูงสุดไว้ด้านบน พร้อมทั้งบอกเวลาในแต่ละงานย่อย และแสดงรายการงานย่อยก่อนหน้า

ขั้นตอนที่ 3 จัดงานย่อยลงสถานีงานตามค่า RPW โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขการทำงานก่อนหลัง และเวลารวมในสถานีไม่เกินรอบเวลา

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(สาวิตรี วันหากิจ 2558) ทำการศึกษาเวลาและการจัดสมดุลสายการผลิตเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตชุดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยดำเนินการเก็บข้อมูลเวลา และคำนวนหาเวลามาตรฐานเพื่อหาจุดคอขวดของกระบวนการ จากนั้นจัดสมดุลขั้นตอนการประกอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ใหม่โดยอาศัยหลักการ ECRS หลังจากจัดเรียงงานใหม่และปรับผังสายการผลิต ทำให้ปรับปรุงรอบเวลาการผลิตได้ 16 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพสายการผลิตเป็น 94.19 %

(สมปรารถนา สายสงวนทรัพย์ 2560) ทำการศึกษางาน (Work Study) และศึกษาเวลาในการทำงาน (Time Study) วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยหลักการ ECRS เพื่อปรับปรุงกระบวนการการประกอบชิ้นงานในกระบวนการผลิตกล้องวงจรปิด ลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มที่ทำให้เกิดปัญหาคอขวดและรอบจังหวะการผลิต (Takt Time) สินค้าต่อชิ้นสูงเกินกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ หลังจากการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตจากเดิม 76.88%

เพิ่มขึ้นเป็น 91.67%

(สุจิตรา บัวผัน 2564) ประยุกต์ใช้การศึกษางาน (Work Study) และศึกษาเวลาในการทำงาน (Time Study) วิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิการทำงานของคนและเครื่องจักร และหลักการ ECRS เข้ามาวิเคราะห์และหาแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าจากการทำงาน เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและกำหนดมาตรฐานจำนวนพนักงานที่ใช้ต่อสายการผลิตให้เหมาะสม ลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ให้สายการผลิตมีประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้น หลังจากการปรับปรุงพบว่าสามารถปรับปรุงจำนวนพนักงานจาก 38 คน เหลือ 35 คน

(ประภัสรา ว่องวัฒนกูล, 2565) ประยุกต์ใช้หลักการศึกษางาน (Work study) ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตกระบวนการเย็บกางเกงโรงงานผลิตเสื้อสำเร็จรูป เนื่องจากมีการวางผังเครื่องจักรไม่มีประสิทธิภาพ ชิ้นงานไหลไม่ต่อเนื่อง โดยใช้เทคนิคลีน (Lean) และ หลักการ ECRS เข้ามาใช้เพื่อให้กระบวนการไหลของงานต่อเนื่อง เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตให้น้อยที่สุด หลังจากการปรับปรุงพบว่าสามารถปรับปรุงมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย ในเดือน พ.ค. มิ.ย. และ ก.ค. อยู่ที่ 31 25และ 33 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน

(ชัยยุทธ กิตติไพบูลย์ผล 2556) ประยุกต์ใช้หลักการศึกษางาน (Work study) และหลักการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ 2 วิธีการ ได้แก่ วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน (Largest - Candidate Rule) วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method) และวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานด้วย Excel’s Solver เพื่อเพื่อประสิทธิภาพสายการผลิตโรงงานเครื่องมือแพทย์ เนื่องจากมีการผลิตไม่ทันความต้องการลูกค้า และสายการผลิตยังไม่สมดุล หลังจากการปรับปรุงพบว่าวิธีทั้งสองให้ประสิทธิภาพเท่ากัน คือ 93.50%

(ธนาการ ประภาสัจเวทย์ 2557) ประยุกต์ใช้หลักการศึกษางาน (Work study) หลักการ ECRS และเทคนิคการจัดสมดุลการผลิต โดยใช้เทคนิคทางฮิวริสติกส์ 4 วิธีการได้แก่ วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน (Largest - Candidate Rule) วิธีการของกิลบริตจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester Method) วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method) และการประยุกต์วิธีฮิวริสติกส์โตยรวม (Integration Line Balancing method: ILB) มาช่วยในการจัดสมดุลสายการผลิต เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเครื่องแช่ จากผล

การศึกษาด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ พบว่าาวิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน และวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง ค่าคำตอบที่ดีที่สุดเท่ากัน สามารถลดจำนวนสถานีงานจาก 17 สถานีงาน เหลือ 11 สถานีงาน และลดเวลาสูญเปล่าจาก 194.87 นาที เหลือ 14.87 นาที ประสิทธิภาพของสายการผลิต เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 61.79 เป็นร้อยละ 95.49 และประหยัดต้นทุนแรงงาน 4,326.68 บาท/วัน แต่วิธีการของกิลบริตจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester Method) สามารถจัดสถานีงานได้ 12 สถานีงาน รอบเวลาการผลิตทั้งหมด 315.13 นาที ประสิทธิภาพของสายการผลิต เท่ากับร้อยละ 87.54 ซึ่งจากค่าประสิทธิภาพสายการผลิตพบว่า วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน และวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง จะให้ค่าคำตอบที่ดีกว่าวิธีของกิลบริดจ์และเวสเตอร์

(ธนิก หวงธีระกุล 2558) ทำการประยุกต์ใช้หลักการศึกษางาน (Work study) และการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ 2 วิธีการ ได้แก่ วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน (Largest - Candidate Rule) และวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method) เพื่อพัฒนาสายการประกอบไฟท้ายรถยนต์ที่ไม่สามารถตอบสนองการคาดการณ์การสั่งซื้อจากลูกค้าได้ หลังจากการจัดสายการผลิตใหม่พบว่า สายการผลิตสายไฟท้ายรถยนต์จากเดิมผลิตได้ 1912 เส้นต่อวัน เพิ่มขึ้นเป็น 2442 เส้นต่อวัน ประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้น 27%

(ปริญญา เร่งพินิจ 2559) ทำการประยุกต์ใช้หลักการศึกษางาน (Work study) และเปรียบเทียบการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ 3 วิธีการ ได้แก่ วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน (Largest - Candidate Rule) วิธีการของกิลบริตจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester Method) และวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก จากการวิเคราะห์ทั้ง 3 เทคนิค พบว่า วิธีวิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน มีค่าการสูญเสียความสมดุล เท่ากับ 19.89% Takt Time เท่ากับ 568 วินาที วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง มีค่าการสูญเสียความสมดุล เท่ากับ 20.50% Takt Time เท่ากับ 572 วินาที และวิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ ค่าการสูญเสียความสมดุล เท่ากับ 15.58% Takt Time เท่ากับ 539 วินาที สรุปวิธีที่ดีที่สุดในการจัดสมดุลงานวิจัยนี้คือวิธีการของ กิลบริดจ์และเวสเตอร์

(ปรัชวิน ภู่ระหงษ์ 2559) ทำการประยุกต์ใช้หลักการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ 3 วิธีการ ได้แก่ วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน (Largest - Candidate Rule) วิธีการของกิลบริตจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester Method) และวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method) เพื่อเปรียบเทียบวิธีการจัดสมดุลของสายการประกอบชิ้นส่วนแบบแรงงานคน ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพสายการผลิตของการจัดงานเข้าสถานีงานผลิตกล้องถ่ายภาพ หลังจาการปรับปรุงทั้ง 3 วิธีพบว่าการจัดสมดุลการผลิตด้วยวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่งเป็นวิธีการที่ดีที่สุด สามารถเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตเฉลี่ยร้อยละ 84.5 และสามารถลดจำนวนสถานีงานจาก 44 สถานีเป็น 38 สถานี

(วรพนธ์ ชีววรนนท์ตรี; ปิยะ รนต์ละออง, 2561) ทำการประยุกต์ใช้หลักการศึกษางาน (Work study) และการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ 3 วิธีการ ได้แก่ วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน (Largest - Candidate Rule) วิธีการของกิลบริตจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester Method) และวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพสมดุลการผลิตเสื้อยืดคอกลม เนื่องจากการผลิตพนักงานเกิดภาวะว่างงานและบางกระบวนการเกิดคอขวด (Bottle Neck) ในกระบวนการผลิต หลังจากการจัดสมดุลการผลิตโดยใช้วิธีทั้ง 3 วิธี พบว่าให้ผลลัพธ์มีค่าเท่ากัน ประสิทธิภาพของสายการผลิต เพิ่มขึ้นจาก 57.03% เป็น 68.43%

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 10 งานวิจัย สามารถสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลงานวิจัย	ผู้วิจัย	ทฤษฎี/วิธีการ	วัตถุประสงค์
การจัดสมดุลสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแบบ 4 หัว 2 แผ่น	สาวิตรี วันหากิจ 2558	การศึกษาเวลา (Time Study) หลักการ ECRS	เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต กำหนดเวลามาตรฐาน
การปรับปรุงกระบวนการด้วยการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษา : กระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์กล้องวงจรปิด	สมปรารถนา สายสงวนทรัพย์ 2560	การศึกษางาน (Work Study) การศึกษาเวลา (Time Study) หลักการ ECRS	เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต ลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม
การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมประเภทอิเล็กทรอนิกส์รูปพรรณ	สุจิตรา บัวผัน 2563	การศึกษางาน (Work Study) การศึกษาเวลา (Time Study) หลักการ ECRS แผนภูมิการทำงานของคนและเครื่องจักร	เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต กำหนดมาตรฐานพนักงาน ลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม

ตารางที่ 2.5 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผลงานวิจัย	ผู้วิจัย	ทฤษฎี/วิธีการ	วัตถุประสงค์
การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต โดยเทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา : กระบวนการเย็บกางเกง	ประภัสรา ว่องวัฒนกูล 2565	การศึกษางาน (Work Study) หลักการ ECRS เทคนิคลีน (Lean)	ปรับปรุงกระบวนการไหลของงาน ลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม
การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ท่อช่วยหายใจ โดยการจัดสมดุลการผลิตและมอบหมายงาน	ชัยยุทธ กิตติไพบูลย์ผล 2556	การศึกษางาน (Work Study) วิธีเกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง Excel's Solver	เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต
การสร้างสายประกอบสาหรับไฟท้ายรถยนต์	ธนิก หวงธีระกุล 2558	การศึกษางาน (Work Study) วิธีเกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง	เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต

ตารางที่ 2.5 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผลงานวิจัย	ผู้วิจัย	ทฤษฎี/วิธีการ	วัตถุประสงค์
การปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษา โรงงานผลิตตู้แช่น้ำดื่ม	ธนาการ ประภาสัจเวทย์	การศึกษางาน (Work Study)	เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต
	2557	หลักการ ECRS	ลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม
		วิธีเกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน	
		วิธีการของกิลบริตจ์และเวสเตอร์	
		วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง	
		วิธีฮิวริสติกส์โดยรวม	
การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด	ปริญญา เร่งพินิจ	การศึกษางาน (Work Study)	เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต
	2559	วิธีเกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน	เปรียบเทียบวิธีทางฮิวริสติกส์
		วิธีการของกิลบริตจ์และเวสเตอร์	
		วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง	

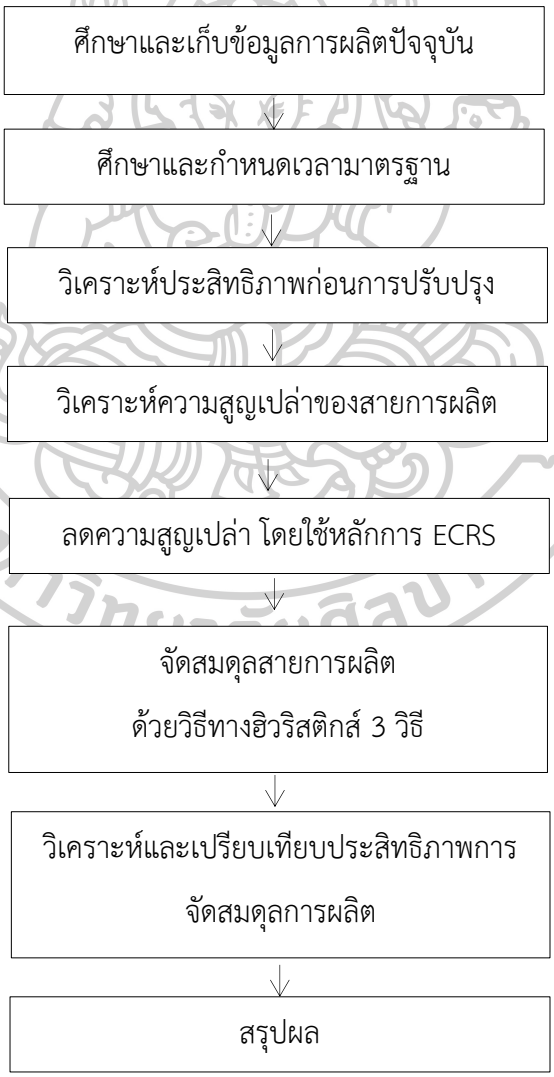
ตารางที่ 2.5 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผลงานวิจัย	ผู้วิจัย	ทฤษฎี/วิธีการ	วัตถุประสงค์
การเปรียบเทียบวิธีการจัดสมดุลสายการประกอบชิ้นส่วนแบบแรงงานคนที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพสายการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตกล้องถ่ายภาพ	ปรัชวิน ภู่ระหงษ์	วิธีเกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน	เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต
	2559	วิธีการของกิลบริตจ์และเวสเตอร์	เปรียบเทียบวิธีทางฮิวริสติกส์
		วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง	
การปรับปรุงประสิทธิภาพสมดุลกระบวนการตัดเสื้อยืดคอกลมผ้าพื้นโรงงานกรณีศึกษา	วรพนธ์ ชีววรนนท์ตรี	การศึกษางาน (Work Study)	เพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต
	ปิยะ รนต์ละออง	วิธีเกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน	
	2561	วิธีการของกิลบริตจ์และเวสเตอร์	
		วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง	

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิตกระบะรับน้ำแข็ง รุ่นกลาง และรวบรวมข้อมูลของสายการผลิต เวลาที่ใช้ในการผลิตในปัจจุบัน นำมาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น และใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงสายการผลิต จากนั้นกำหนดเวลามาตรฐานของการผลิตแต่ละกระบวนการใหม่ และจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ เพื่อให้ทันต่อความต้องการและเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลการผลิตปัจจุบัน

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทผู้ผลิต จำหน่ายเครื่องทำน้ำแข็ง และอุปกรณ์เสริมสำหรับเครื่องทำน้ำแข็ง สำหรับธุรกิจโรงน้ำแข็งขนาดกลางและขนาดใหญ่ แต่การศึกษาในครั้งนี้ ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลเฉพาะกระบวนการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็ง รุ่นกลาง ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของเครื่องทำน้ำแข็ง จากการศึกษากระบวนการและขั้นตอนการทำงานพบว่า งานไม่สามารถผลิตได้ตามแผนที่วางไว้ โดยบริษัทกรณีศึกษาให้ความสำคัญกับคุณภาพสินค้าที่ส่งมอบเป็นอันดับหนึ่ง เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและความพึงพอใจแก่ลูกค้า

3.1.1 แผนผังสายการผลิต (Line Layout)

แผนผังสายการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็ง (Assembly Process) แสดงกระบวนการเบื้องต้นตั้งแต่กระบวนการกระบวนการผลิตชิ้นส่วนย่อย ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วน AW 1 ถึง ชิ้นส่วน AW 6 จากนั้นนำชิ้นส่วนย่อยมาประกอบเข้าด้วยกัน ในสถานีงาน AS 1 และ AS 2 จนถึงกระบวนการตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนทำการส่งออก

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์ กระบะลำเลียงน้ำแข็ง เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องทำน้ำแข็งที่ใช้สำหรับรองรับน้ำแข็ง โดยปัจจุบันกระบะลำเลียงน้ำแข็งถูกประกอบจาก 6 ชิ้นส่วนย่อย กระบวนการผลิต มี 1 สายการผลิตหลัก 6 สถานีงาน สถานีงานย่อย 10 สถานี ประกอบด้วย พนักงานฝ่ายปฏิบัติงานทั้งหมด 7 คน แบ่งเป็นฝ่ายตัดเตรียมและประกอบ 3 คน ฝ่ายประกอบเชื่อม 2 คน และขัด 2 คน โดยการจัดคนและงานเข้าสถานีงาน แบ่งตามความชำนาญของพนักงาน

3.1.2 แผนผังการไหลของกระบวนการผลิต (Process Flow)

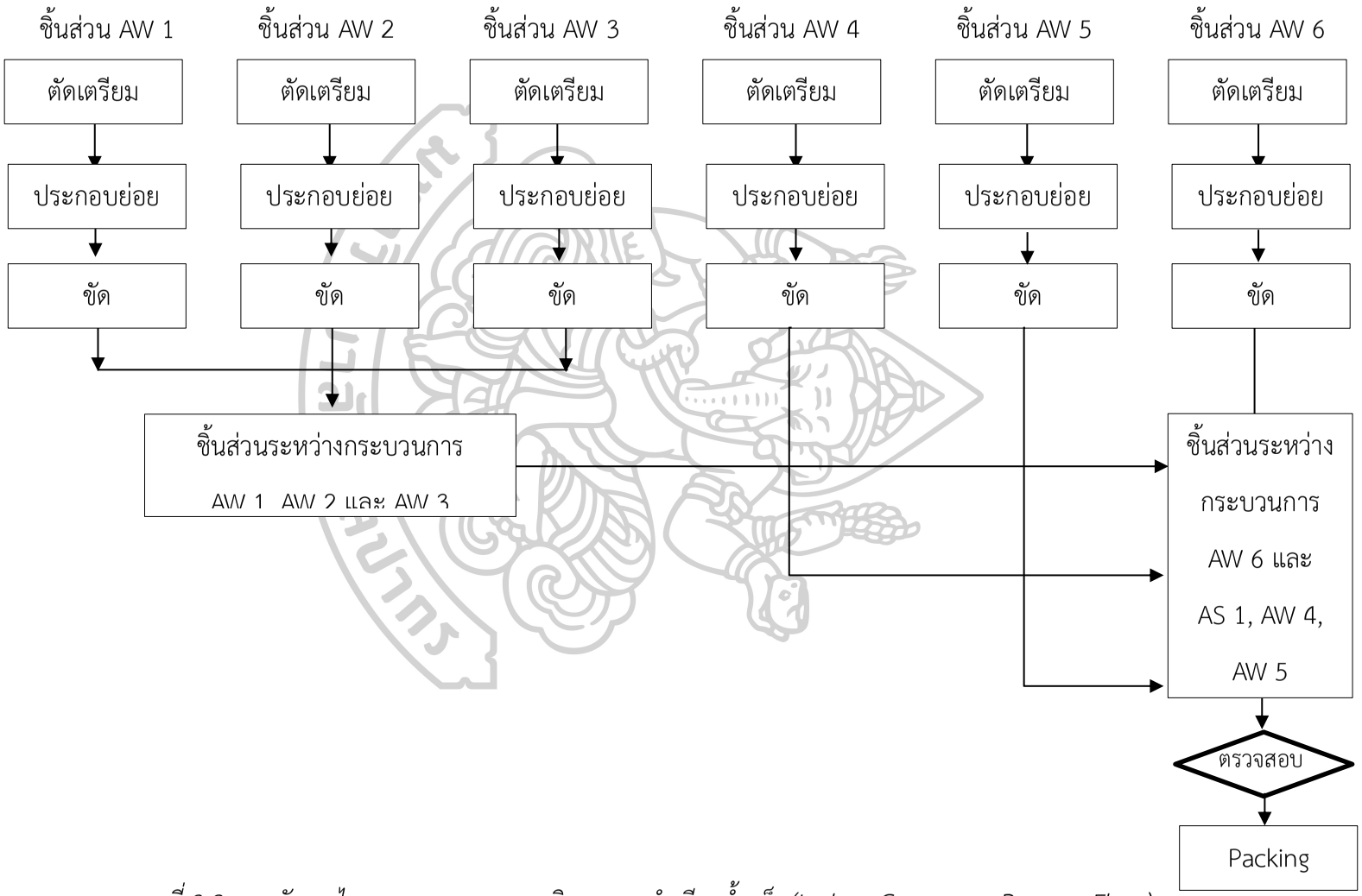
ขั้นตอนการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็ง ดังแสดงในภาพที่ 3.2 แสดงกระบวนการการประกอบ (Assembly) กระบะลำเลียงน้ำแข็ง รุ่นกลาง โดยเริ่มกระบวนการผลิตชิ้นส่วนย่อย จากนั้นนำชิ้นส่วนย่อยมาประกอบเข้าด้วยกัน จนถึงกระบวนการตรวจสอบความเรียบร้อยและแพ็คก่อนทำการส่งออก ซึ่งมีชิ้นส่วนประกอบของกระบะรับน้ำแข็งทั้งหมด 6 ส่วน ดังนี้

3.1.2.1 ชิ้นส่วน AW 1
3.1.2.2 ชิ้นส่วน AW 2
3.1.2.3 ชิ้นส่วน AW 3
3.1.2.4 ชิ้นส่วน AW 4
3.1.2.5 ชิ้นส่วน AW 5
3.1.2.6 ชิ้นส่วน AW 6)

กระบวนการไหลของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนของกระบะลำเลียงน้ำแข็ง ดังภาพที่ 3.3 เริ่มตั้งแต่กระบวนการผลิตชิ้นส่วนย่อย 6 ชิ้นส่วน โดยชิ้นส่วนย่อยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ 1.ส่วนชุดลำเลียง ได้แก่ ชิ้นส่วน AW1 AW2 และ AW3 2.ส่วนกระบะ ได้แก่ ชิ้นส่วน AW4 AW5 และ AW6 จำนวนสถานีงานผลิต 6 สถานีงาน โดยการจัดแบ่งงานแต่ละชิ้นส่วนย่อยเข้าสถานีงาน แบ่งตามความชำนาญของช่าง สถานีงานหลักทั้ง 6 สถานีงาน แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการแบ่งงานย่อยแต่ละสถานีงาน

สถานีงานหลัก	**สถานีงานย่อย**
1	ใบ (AW1)
2	ราง (AW2)
	ฝาราง (AW3)
	ฝา (AW5)
3	ขัด (AC1)
4	กระบะ (AW6)
5	ขัด (AC2)
6	ติดตั้งราง (AS1)
	ขา (AW4)
	ติดตั้งชิ้นส่วน (AS2)



ภาพที่ 3.2 แผนผังการไหลของกระบวนการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็ง (Icebox Conveyor Process Flow)

3.1.3 การศึกษาการทำงาน (Work Study)

จากการศึกษากระบวนการผลิตในปัจจุบัน พบว่าแบ่งงานเข้าสถานีงานตามความชำนาญของพนักงานวางแผนการผลิต ใน 1 สถานีงาน มีการทำงานมากกว่า 1 ชิ้นส่วน แสดงรายละเอียดกระบวนการ โดยใช้แผนผังการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) เพื่อจำแนกกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (VA: Value Added Activity) กิจกรรมที่ไม่ก่อเกิดคุณค่า (NVA: Non Value-Added Activity) และงานที่ไม่จำเป็น และไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Essential Non Value-Added Activities หรือ Waste) แสดงดังตารางที่ 3.2 ถึงตารางที่ 3.7

3.1.3.1 สถานีงานหลักที่ 1 ประกอบด้วย 1 สถานีงานย่อย ดังนี้

การผลิตชิ้นส่วนย่อย AW1 จะดำเนินการตั้งแต่ตัดเตรียม ประกอบเชื่อม และตรวจสอบความเรียบร้อย จากนั้นจะส่งไปยังสถานีงานขัด ขั้นตอนกระบวนการผลิตแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตของสถานีงานที่ 1

FLOW PROCESS CHART					
			SUMMARY		
STATION ; 1			ACTIVITY	PRESENT	PROPOSE
			OPERATION	4	
METHOD :			TRANSPORT	1	
LOCATION :			DELAY		
OPERATOR(S) :			INSPECTION		
STAND. TIME (min)			STORAGE		
STAND. TIME (hr)			Man hour		
NO.	DESCRIPTION	Time (min)	SYMBOL	Work Type	
	Sub Station: AW 1				
1	เชื่อม			VA	
2	เตรียมติดตั้ง			NVA	
3	เชื่อม			NVA	
4	เจียร์,เคาะ			VA	
5	ย้ายใบ ไปสถานี AC1			Waste	
รวม					

3.1.3.2 สถานีงานหลักที่ 2 ประกอบด้วย 3 สถานีงานย่อย ดังนี้

การผลิตชิ้นส่วนย่อย AW2 AW3 และAW5 จะดำเนินการตั้งแต่ตัดเตรียม ประกอบเชื่อม และตรวจสอบความเรียบร้อย จากนั้นจะส่งไปยังสถานีงานขัด โดยชิ้นส่วนทั้ง 3 งาน สามารถเริ่มทำงานใดก่อนก็ได้ ขั้นตอนกระบวนการผลิตแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตของสถานีงานที่ 2

FLOW PROCESS CHART					
		SUMMARY			
STATION ;	2	ACTIVITY		PRESENT	PROPOSE
		OPERATION		13	
		TRANSPORT		3	
		DELAY			
OPERATOR(S) :		INSPECTION		1	
Time (min.)		STORAGE			
STAND. TIME (hr)		Man hour			
NO.	DESCRIPTION	Time (min)	SYMBOL	Work Type	
	Sub Station: AW 2				
6	ตัดเตรียมอุปกรณ์			NVA	
7	เจียร์			NVA	
8	ประกอบ			VA	
9	เจาะ			VA	
10	ประกอบชิ้นส่วน			VA	
11	เชื่อมชิ้นส่วน			VA	
12	ติดตั้งชิ้นส่วน			VA	
13	ติดตั้งชิ้นส่วนกับ AW2			VA	
14	ตรวจสอบความเรียบร้อย			NVA	
15	ย้ายชิ้นส่วน AW2 ไปจุด สถานีงานย่อย AC1			Waste	
รวม					
	Sub Station: AW 3				
16	ตัดเตรียมอุปกรณ์			NVA	
17	ประกอบ			VA	
18	เชื่อม			VA	
19	ย้ายชิ้นส่วน AW3 ไปจุด สถานีงานย่อย AC1			Waste	
รวม					
	Sub Station: AW 5				
20	ประกอบ			VA	
21	เชื่อม			VA	
22	ย้าย AW5 ไปสถานีงานย่อย AS 2			Waste	
รวม					

3.1.3.3 สถานีงานหลักที่ 3 ประกอบด้วย 1 สถานีงานย่อย ดังนี้

สถานีงานที่ 3 ดำเนินการรับชิ้นส่วนย่อยจากสถานีงานที่ 1 และ 2 นำมาเข้าสู่กระบวนการขัด เพื่อทำความสะอาด โดยการขัดจะทำชิ้นส่วนใดก่อนก็ได้ จากนั้นส่งชิ้นส่วนไปสถานีงานที่ 6 เพื่อประกอบ ขั้นตอนกระบวนการผลิตแสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตของสถานีงานที่ 3

FLOW PROCESS CHART					
		SUMMARY			
STATION ; 3		ACTIVITY		PRESENT	PROPOSE
		OPERATION		9	
METHOD :		TRANSPORT		1	
LOCATION :		DELAY			
OPERATOR(S) :		INSPECTION			
STAND. TIME (min)		STORAGE			
STAND. TIME (hr)		Man hour			
NO.	DESCRIPTION	Time (min)	SYMBOL	Work Type	
	Sub Station: AC 1				
1	ขัด(ราง 1)			VA	
2	ขัด (ราง 2)			VA	
3	ขัดแนว (ราง)			VA	
4	ทำความสะอาด (ราง)			NVA	
5	ทำความสะอาด (ฝาราง)			NVA	
6	ขัด (ฝาราง)			VA	
7	ขัด (ฝา)			VA	
8	ขัด (ใบ 1)			VA	
9	ขัด (ใบ 2)			VA	
10	ย้ายชิ้นงานที่ขัดเรียบร้อยแล้ว ไปจุดประกอบ (สถานีงาน 6 AS1)			Waste	
รวม					

3.1.3.4 สถานีงานหลักที่ 4 ประกอบด้วย 1 สถานีงานย่อย ดังนี้

การผลิตชิ้นส่วนย่อย AW6 จะเริ่มดำเนินการตั้งแต่ตัดเตรียมแผ่นสำหรับประกอบ ในขั้นตอนนี้จะใช้พนักงานในการควบคุมเครื่องจักร 1 คน จากนั้นนำแผ่นที่ตัดเสร็จแล้วมายังจุดประกอบเชื่อม ดำเนินการประกอบเชื่อม และส่งไปยังสถานีงานขัด ขั้นตอนกระบวนการผลิตแสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตของสถานีงานที่ 4

FLOW PROCESS CHART					
		SUMMARY			
STATION ; 4		ACTIVITY		PRESENT	PROPOSE
		OPERATION		8	
METHOD :		TRANSPORT		1	
LOCATION :		DELAY			
OPERATOR(S) :		INSPECTION			
STAND. TIME (min)		STORAGE			
STAND. TIME (hr)		Man hour			
NO.	DESCRIPTION	Time (min)	SYMBOL	Work Type	
	Sub Station: AW 6				
1	ตัดเตรียมอุปกรณ์			NVA	
2	ย้ายแผ่นจากจุดตัดเตรียมมาจุดประกอบ			Waste	
3	เตรียมชิ้นส่วน			NVA	
4	ประกอบ			VA	
5	ขึ้นรูปกระบะ			VA	
6	ประกอบขา			VA	
7	บุผนัง			VA	
8	เชื่อม			VA	
9	เชื่อมขึ้นรูป			VA	
รวม					

3.1.3.5 สถานีงานหลักที่ 5 ประกอบด้วย 1 สถานีงานย่อย ดังนี้

สถานีงานที่ 5 สำหรับขัด เพื่อทำความสะอาดกระบะ โดยรอรับชิ้นส่วนย่อย AW6 จากสถานีงานที่ 4 ขั้นตอนกระบวนการผลิตแสดงดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตของสถานีงานที่ 5

FLOW PROCESS CHART					
		SUMMARY			
STATION ; 5		ACTIVITY		PRESENT	PROPOSE
		OPERATION		4	
METHOD :		TRANSPORT			
LOCATION :		DELAY			
OPERATOR(S) :		INSPECTION			
STAND. TIME (min)		STORAGE			
STAND. TIME (hr)		Man hour			
NO.	DESCRIPTION	Time (min)	SYMBOL	Work Type	
	Sub Station: AC 1				
1	ขัด			VA	
รวม					

3.1.3.6 สถานีงานหลักที่ 6 ประกอบด้วย 3 สถานีงานย่อย ดังนี้

การประกอบระหว่างชิ้นส่วนย่อย AW1 และ AW2 ในสถานีงานย่อย AS1 การประกอบ AW4 และการประกอบติดตั้งชิ้นส่วนย่อยเข้าชิ้นส่วนย่อย AW6 ในสถานีงานย่อย AS1 โดยลำดับการทำงานสถานีงานย่อย AS1 และ AW4 สามารถทำงานใดก่อนก็ได้ แต่สถานีงานย่อย AS2 ต้องดำเนินการลำดับสุดท้าย ขั้นตอนกระบวนการผลิตแสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 แสดงแผนผังขั้นตอนกระบวนการผลิตของสถานีงานที่ 6

FLOW PROCESS CHART

			SUMMARY		
STATION ;	6		ACTIVITY	PRESENT	PROPOSE
			OPERATION	18	
METHOD :			TRANSPORT		
LOCATION :			DELAY		
OPERATOR(S) :			INSPECTION	1	
STAND. TIME (min)			STORAGE		
STAND. TIME (hr)			Man hour		
NO.	DESCRIPTION	Time (min)	SYMBOL	Work Type	
	Sub Station: AS 1				
1	ประกอบเชื่อมใบกับราง			VA	
2	ใส่อุปกรณ์ 1			VA	
3	ติดตั้งมอเตอร์			VA	
4	ประกอบฝาราง			VA	
	รวม				
	Sub Station: AW 4				
5	ตัดเตรียมอุปกรณ์			NVA	
6	ตัดเตรียมชิ้นส่วน			NVA	
7	เจียร์			VA	
8	เชื่อม			VA	
9	เชื่อมประกอบ			VA	
10	ขัด			VA	
	รวม				
	Sub Station: AW 2				
11	ประกอบติดตั้งราง, ฝา, ขา เข้ากระบะ			VA	
12	เชื่อมติดตั้ง			VA	
13	ขัด			VA	
14	ตรวจสอบความเรียบร้อย			Waste	
	รวม				

3.1.4 การศึกษาเวลาการทำงาน (Time Study)

จากการศึกษากระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่กระบวนการตัดเตรียมจนถึงกระบวนการตรวจสอบความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ก่อนการจัดส่งในปัจจุบัน ของสถานีงานหลักทั้ง 6 สถานีงาน และเก็บข้อมูลเวลาการทำงานแต่ละกระบวนการอย่างละเอียด โดยการจับรอบเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานในแต่ละกระบวนการอยู่ภายใต้สมมติฐานสภาวะการทำงานแบบปกติ รอบการจับเวลาการทำงานแต่ละกระบวนการจับด้วยเวลาแบบคงที่ พนักงานที่ปฏิบัติงานแต่ละสถานีงานเป็นคนเดิมทุกครั้งที่จับเวลา ไม่จับเวลาขณะที่พนักงานเริ่มปฏิบัติงานและมีการเปลี่ยนพนักงานใหม่ เนื่องจากทำให้รอบเวลาผลิตที่วัดได้มีค่าสูงกว่าความจริงและมีตัวเลขเหวี่ยงตัวกระจัดกระจาย

ในการจับเวลาการทำงานแต่ละกระบวนการผลิต ต้องทำการทดสอบหาจำนวนครั้งการจับเวลาที่เหมาะสม โดยวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนครั้งที่จับเวลาที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ค่าความคลาดเคลื่อน ±5% โดยเปรียบเทียบจำนวนครั้งการจับเวลาที่เหมาะสมกับตาราง Maytag ในงานวิจัยนี้ทำการจับเวลาทั้งหมด 5 รอบ เนื่องจากวัฏจักรเวลางานย่อยยาวกว่า 2 นาที จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ยรอบเวลางานแต่ละสถานีงาน รอบเวลาการผลิตแต่ละสถานีงาน แสดงดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ข้อมูลรอบเวลาการผลิตแต่ละสถานีงาน

สถานีงานหลัก	**สถานีงานย่อย**	**ขั้นตอน**	**เวลา (นาที)**					**X bar**
			ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**	
1	AW1	1	326	318	310	320	326	320
		2	200	196	204	198	202	200
		3	300	306	296	294	304	300
		4	38	42	38	42	38	40
		5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3
2	AW2	6	10	10	10	11	11	10
		7	84	82	82	78	80	81
		8	116	124	126	120	120	121

ตารางที่ 3. 8 ข้อมูลรอบเวลาการผลิตแต่ละสถานีงาน (ต่อ)

สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	เวลา (นาที)					X bar
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
		9	38	43	42	38	40	40
		10	480	484	484	476	480	481
		11	264	274	270	276	270	271
		12	200	196	196	204	200	199
		13	90	86	94	90	90	90
		14	20	20	20	20	20	20
		15	6	6	6	6	6	6
	AW3	16	84	78	80	75	82	80
		17	43	38	40	38	42	40
		18	120	124	120	120	116	120
		19	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2
	AW5	20	337	332	335	336	335	335
		21	143	144	146	146	146	145
		22	3.5	3.9	3.8	3.5	3.5	4
3	AC1	23	69	72	71	66	72	70
		24	77	85	80	77	81	80
		25	25	24	25	25	26	25
		26	40	40	40	40	40	40
		27	10	11	10	10	11	10
		28	76	80	84	84	75	80
		29	69	68	70	71	72	70
		30	71	71	69	70	69	70
		31	148	152	148	147	155	150
		32	16	16	16	15	15	15

ตารางที่ 3. 8 ข้อมูลรอบเวลาการผลิตแต่ละสถานีงาน (ต่อ)

สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	เวลา (นาที)					X bar
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
4	AW6	33	637	634	640	646	643	640
		34	5	5	5	5	5	5
		35	46	42	44	46	47	45
		36	180	178	179	185	178	180
		37	167	173	175	167	168	170
		38	60	60	60	60	60	60
		39	85	90	94	92	89	90
		40	288	276	275	273	288	280
		41	278	266	270	262	274	270
5	AC2	42	1565	1555	1550	1560	1570	1560
6	AS1	43	86	94	90	90	90	90
		49	47	52	52	52	47	50
		45	90	95	87	86	92	90
		46	40	39	40	39	43	40
	AW4	47	39	42	42	38	38	40
		48	90	94	85	93	92	90
		49	21	19	20	20	20	20
		50	16	15	14	15	16	15
		51	160	158	160	158	164	160
		52	84	78	82	76	80	80
	AS2	53	56	63	60	62	57	60
		54	120	120	120	115	125	120
		55	85	93	87	92	93	90
		56	60	60	60	60	60	60

หลังจากทำการจับเวลาทำงานแต่ละกระบวนการเบื้องต้น และคำนวณค่าเฉลี่ยของงานแต่ละสถานีแล้ว ทำการทดสอบค่าความเชื่อมั่นของข้อมูล โดยคำนวณค่า R/X bar เปรียบเทียบกับตาราง

May tag เมื่อคำนวนค่าแล้วจากนั้นหาค่าจำนวนรอบที่เหมาะสม) ที่ระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล 95% และความผิดพลาดที่ไม่เกิน ±5% แสดงดังตารางรางที่ 2.3

จากตาราง Maytag ค่า R/X bar ข้อมูลเวลาการทำงานของแต่ละสถานีงานย่อยทั้ง 10 สถานีงาน พบว่าจำนวนรอบที่เหมาะสมสำหรับการจับเวลา (n) มากสุดอยู่เท่ากับ 4 รอบ ซึ่งข้อมูลที่จับเวลาแต่ละสถานีงาน จับมา 5 รอบ เมื่อเทียบกับตาราง Maytag ค่าความเชื่อมั่นของข้อมูลเพียงพอต่อการนำข้อมูลมาใช้ แสดงดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 แสดงจำนวนรอบที่เหมาะสมสำหรับการจับเวลา

สถานีงานหลัก	**สถานีงานย่อย**	**ขั้นตอน**	**เวลา (นาที)**					**X bar**	**R (max-Min)**	**R / X bar**	**n**
			ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**	**ครั้งที่ 5**				
1	AW1	1	326	318	310	320	326	320	16	0.05	3
		2	200	196	204	198	202	200	8	0.04	3
		3	300	306	296	294	304	300	12	0.04	3
		4	38	42	38	42	38	40	4	0.10	3
		5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3	0	0.00	3
2	AW2	6	10	10	10	11	11	10	1	0.10	3
		7	84	82	82	78	80	81	6	0.07	3
		8	116	124	126	120	120	121	10	0.08	3
		9	38	43	42	38	40	40	5	0.12	4
		10	480	484	484	476	480	481	8	0.02	3
		11	264	274	270	276	270	271	12	0.04	3
		12	200	196	196	204	200	199	8	0.04	3
		13	90	86	94	90	90	90	8	0.09	3
		14	20	20	20	20	20	20	0	0.00	3
		15	6	6	6	6	6	6	1	0.08	3
	AW3	16	84	78	80	75	82	80	9	0.11	4
		17	43	38	40	38	42	40	5	0.12	4
		18	120	124	120	120	116	120	8	0.07	3
		19	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2	0	0.00	3

ตารางที่ 3.9 แสดงจำนวนรอบที่เหมาะสมสำหรับการจับเวลา (ต่อ)

สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	เวลา (นาที)					X bar	R (max-Min)	R / X bar	n
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5				
2	AW5	20	337	332	335	336	335	335	5	0.01	3
		21	143	144	146	146	146	145	3	0.02	3
		22	3.5	3.9	3.8	3.5	3.5	4	0	0.11	4
3	AC1	23	69	72	71	66	72	70	6	0.09	3
		24	77	85	80	77	81	80	8	0.10	3
		25	25	24	25	25	26	25	2	0.08	3
		26	40	40	40	40	40	40	0	0.00	3
		27	10	11	10	10	11	10	1	0.10	3
		28	76	80	84	84	75	80	9	0.11	4
		29	69	68	70	71	72	70	4	0.06	3
		30	71	71	69	70	69	70	2	0.03	3
		31	148	152	148	147	155	150	8	0.05	3
		32	16	16	16	15	15	15	2	0.10	3
4	AW6	33	637	634	640	646	643	640	12	0.02	3
		34	5	5	5	5	5	5	1	0.10	3
		35	46	42	44	46	47	45	5	0.11	4
		36	180	178	179	185	178	180	7	0.04	3
		37	167	173	175	167	168	170	8	0.05	3
		38	60	60	60	60	60	60	0	0.00	3
		39	85	90	94	92	89	90	9	0.10	3
		40	288	276	275	273	288	280	15	0.05	3
		41	278	266	270	262	274	270	16	0.06	3
5	AC2	42	1565	1555	1550	1560	1570	1560	20	0.01	3

ตารางที่ 3.9 แสดงจำนวนรอบที่เหมาะสมสำหรับการจับเวลา (ต่อ)

สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	เวลา (นาที) ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	X bar	R (max -Min)	R / X bar	n
6	AS1	43	86	94	90	90	90	90	8	0.09	3
		49	47	52	52	52	47	50	6	0.11	4
		45	90	95	87	86	92	90	9	0.10	3
		46	40	39	40	39	43	40	4	0.10	3
	AW4	47	39	42	42	38	38	40	4	0.10	3
		48	90	94	85	93	92	90	9	0.10	3
		49	21	19	20	20	20	20	2	0.10	3
		50	16	15	14	15	16	15	2	0.10	3
		51	160	158	160	158	164	160	6	0.04	3
		52	84	78	82	76	80	80	8	0.10	3
	AS2	53	56	63	60	62	57	60	7	0.12	4
		54	120	120	120	115	125	120	10	0.08	3
		55	85	93	87	92	93	90	8	0.09	3
		56	60	60	60	60	60	60	0	0.00	3

3.2 ศึกษาและกำหนดเวลามาตรฐาน (Standard Time)

จากการศึกษาเวลาของการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็ง รุ่นกลาง ของโรงงานกรณีศึกษา โดยทำการเก็บข้อมูลเวลางานของแต่ละสถานีงานย่อย โดยทำการจับเวลา 5 ครั้ง เครื่องมือที่ใช้สำหรับการจับเวลา คือ นาฬิกาจับเวลา จับเวลาโดยตรงกับพนักงาน ดังตารางที่ 3.9 จากนั้นคำนวนหาเวลามาตรฐานของขั้นตอนแต่ละสถานีงานย่อย โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 คำนวนหาเวลาการทำงานปกติ (Normal Time)

จับเวลาการทำงานของพนักงานแต่ละสถานีงานย่อย ภายใต้เงื่อนไขแบบคงที่ พนักงานทำงานสม่ำเสมอ ไม่เร็วเกินไปและไม่ช้าเกินไป โดยทำการจับเวลาจำนวน 5 รอบ ตามค่าความเชื่อมันของข้อมูลที่ +-95 จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณค่าเฉลี่ย เพื่อเป็นเวลาปกติ (Normal Time)

3.2.2 คำนวนหาเวลามาตรฐาน (Standard Time)

เมื่อจับเวลาครบทุกสถานีงาน ได้เวลาการทำงานปกติ (Normal Time) คำนวนหาเวลามาตรฐานโดยคูณเวลาค่าเผื่อ (Allowance) แสดงการคำนวนหา Rating Factor และ Allowance Factor ดังรายละเอียดในภาคผนวก จากนั้นทำการคำนวนหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) โดยใช้สูตรในสมการที่ 3.1 ข้อมูลการกำหนดค่า Allowances และการคำนวณหาเวลามาตรฐานของแต่ละกระบวนการผลิต แต่ละขั้นตอนย่อย แสดงในภาคผนวก ก-ค ตามลำดับ

$$\text{Standard Time} = \text{Normal Time} + \text{Allowances} \quad (3.1)$$

3.3 วิเคราะห์การจัดสมดุลการผลิตปัจจุบัน

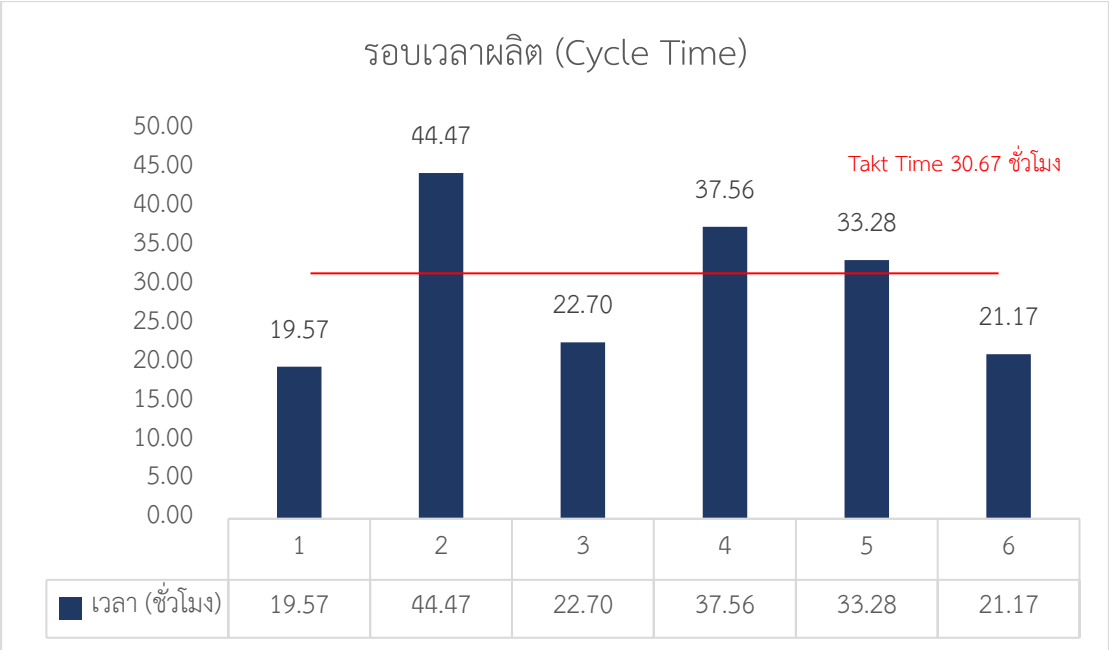
การจัดสมดุลการผลิตในปัจจุบัน จัดโดยใช้ประสบการณ์การทำงานของพนักงาน และมีการสลับสับเปลี่ยนตำแหน่งงานเป็นบางครั้ง สถานีงานผลิตทั้งหมดมี 6 สถานีงานหลัก 10 สถานีงานย่อย 55 ขั้นตอนการผลิต พนักงาน 7 คน โดยจัดให้พนักงาน 1 คน ในสถานีงานหลัก สามารถทำได้หลายงานย่อย รวมเวลามาตรฐานทั้งหมดเท่ากับ 10725.86 นาที หรือ 178.76 ชั่วโมง

คำนวณความเร็วในการผลิต (Takt Time) เป้าหมายหรือเวลาที่กำหนดไว้ สำหรับการผลิตโดยบริษัทกรณีศึกษาต้องการขยายกำลังการผลิตเพื่อรองรับปริมาณความต้องการของลูกค้าที่ 7 ชุดต่อเดือน จากข้อมูลการทำงานมีเวลาที่ใช้ในการผลิต 11 ชั่วโมงต่อวัน ทำงาน 5 วันต่อสัปดาห์ จะได้ Takt Time มีค่าเท่ากับ 30.67 ชั่วโมง/ชุด สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Takt Time} = \frac{214.67 \text{ (ชั่วโมงต่อเดือน)}}{7 \text{ (ชุดต่อเดือน)}}$$

$$= 30.67 \text{ ชั่วโมง/ชุด}$$

หลังจากคำนวนเวลามาตรฐานการผลิต (Standard Time) ของแต่ละกระบวนการ จากนั้นคำนวณรอบเวลาการทำงานแต่ละกระบวนการผลิต (Cycle Time) วัดจากการปฏิบัติงานในแต่ละสถานีงาน แสดงดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.3 รอบเวลาการผลิตกระบะรับน้ำแข็ง ปัจจุบัน

จากกราฟรอบเวลาการผลิตในปัจจุบัน แต่ละสถานีงานหลัก แสดงให้เห็นว่า สถานีงานที่ 2, 4 และ 5 รอบเวลาการผลิต เกินเวลาที่กำหนดไว้ (Takt Time) และสถานีงานที่ 1,3 และ 6 รอบเวลาการผลิตน้อยกว่า Takt Time ทำให้สายการผลิตเกิดความไม่สมดุล เกิดจุดคอขวดและการว่างงานในแต่ละสถานี ดังนั้นต้องทำการปรับปรุงจัดเวลากระบวนการผลิตแต่ละสถานีงานให้ใกล้เคียงกัน โดยการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และจัดสรรงานเข้าสถานีงานใหม่ ทำการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพก่อนการปรับปรุง เพื่อใช้เปรียบเทียบผลของสายการผลิตหลังการปรับปรุง

3.4 วิเคราะห์ประสิทธิภาพและความสูญเปล่าของสายการผลิตก่อนการปรับปรุง

คำนวนหาประสิทธิภาพการผลิต และประสิทธิภาพที่หายไป ก่อนการปรับปรุง โดยคำนวนจากค่าเวลามาตรฐาน ดังสมการที่ 3.2 และ 3.3

3.4.1 ประสิทธิภาพการผลิต (Efficiency)

$$\% \text{ Efficiency} = (\sum T \times 100) / nCT \qquad (3.2)$$

∑T	= เวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด	= 178.76 ชั่วโมง
n	= จำนวนสถานีงาน	= 6
CT	= รอบเวลาการผลิต	= 44.47 ชั่วโมง
ดังนั้น % Efficiency	= (178.76 x 100) / (6 x 44.47)	= 66.99 %

3.4.2 ประสิทธิภาพที่หายไป (Balance Delay)

Balance Delay = 100 – Efficiency
= 100 – 66.99 (3.3)
= 33.01 %

จากการคำนวนค่าประสิทธิภาพการผลิต และประสิทธิภาพที่หายไปของสายการผลิตก่อนปรับปรุง ค่าประสิทธิภาพการผลิตมีค่าร้อยละ 66.99 ค่าประสิทธิภาพที่หายไปมีค่าร้อยละ 33.01 ดังนั้นจึงต้องทำการปรับปรุงสมดุลสายการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็งให้มีประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้น โดยการปรับปรุงงานลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น โดยหาสาเหตุของความสูญเปล่า จากนั้นใช้เทคนิค ECRS และจัดสมดุลการผลิตใหม่ด้วยการประยุกต์ใช้วิธีทางฮิวริสติกส์ (Heuristic)

3.4.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลการผลิตเบื้องต้น และทำการแยกประเภทงานที่ก่อให้เกิดคุณค่าและงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า โดยใช้หลักการแผนผังการไหล Flow Process Chart พบว่ากระบวนการทั้งหมด 55 ขั้นตอน มีกระบวนการที่ก่อให้เกิดคุณค่า 37 กระบวนการ งานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า 11 กระบวนการ และงานที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดคุณค่า 7 กระบวนการ โดยความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็งของกรณีศึกษา มีดังนี้

3.4.3.1 ปัญหาความสูญเปล่าจากการรอคอย

(1) เวลาสูญเปล่าจากการรอเครน จากการเก็บข้อมูลพบว่ามีเวลาสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากการรอเครน เพื่อขนย้ายชิ้นส่วนไปยังขั้นตอนต่างๆ เนื่องจากการผลิต

ชุดกระบะรับน้ำแข็ง ชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่จำเป็นต้องใช้เครนในการขนย้ายทั้งหมด ซึ่งภายในโรงงานมีเครน 2 เครน และต้องใช้ร่วมกับสายการผลิตอื่นๆด้วย ทำให้เกิดการรอคอยไม่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

(2) เวลาสูญเปล่าจากการว่างงาน เกิดจากการแบ่งงานให้พนักงานอย่างไม่เหมาะสมเห็นได้จากรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ของสถานีงานเกิดความไม่สมดุล บางสถานีงานมีรอบเวลาการทำงานน้อยกว่ารอบเวลาทำงานที่ลูกค้าต้องการ (Takt Time) ทำให้พนักงานในสถานีงานนั้นมีการว่างงานเพื่อรอคอยงาน

(3) เวลาสูญเปล่าจากการรอคอยงาน การรอคอยชิ้นส่วนย่อย แต่ละสถานีงานเพื่อนำมาประกอบ เกิดจากการแบ่งงานให้พนักงานไม่เหมาะสม มีรอบเวลาการทำงานมากกว่ารอบเวลาการผลิตที่ลูกค้าต้องการ ทำให้เกิดการรอคอย หรือจุดคอขวด (Bottle neck)

3.4.3.2 ปัญหาความสูญเปล่าจากการขนย้าย

กระบวนการผลิตกระบะลำเลียงน้ำแข็ง เกิดความสูญเปล่าที่เกิดจากการขนย้ายเนื่องจากมีการแบ่งชิ้นส่วนย่อยและชิ้นส่วนหลัก จึงต้องมีการขนย้ายเพื่อนำไปประกอบเข้าด้วยกันเป็นผลิตภัณฑ์ และมีการแบ่งงานตามความชำนาญของพนักงาน เช่น งานขัด ชิ้นงานทุกชิ้นต้องขนย้ายไปสถานีงานขัด อีกทั้งชิ้นงานย่อยมีขนาดใหญ่ ทำให้การขนย้ายใช้ระยะเวลานาน

3.4.3.3 ปัญหาความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม

(1) เวลาสูญเปล่าจากการตัดเตรียม ในการศึกษากระบวนการทำงาน จะพบว่าก่อนเริ่มผลิตชิ้นงานทุกส่วนจะต้องมีการตัดเตรียมอุปกรณ์ เนื่องจากชิ้นส่วนมีความหลายหลาย และขนาดไม่เท่ากัน ทำให้ใช้ระยะเวลาในการเปลี่ยนอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ อีกทั้งในกระบวนการก่อนประกอบกระบะในการดึงสติกเกอร์กันรอยซึ่งมีความเหนียว ใช้ระยะเวลานาน

(2) เวลาสูญเปล่าจากการประกอบ ในกระบวนการประกอบขึ้นรูปกระบะ กระบวนการติดตั้งชิ้นส่วนเข้ากับกระบะ และกระบวนการ Packing ก่อนการขนส่ง

ต้องใช้พนักงาน 2-3 คน ในการติดตั้งเนื่องจากกระบะมีขนาดใหญ่ ทำให้เกิดความสูญเปล่าใช้กำลังคนไม่เต็มประสิทธิภาพ

(3) เวลาสูญเปล่าจากการทำงานซับซ้อน ในกระบวนการทำความสะอาดชิ้นงานหลังจากการประกอบ ในสถานีงาน AC1 และ AC2 จะเห็นได้ว่ามีกระบวนการที่ซับซ้อนหลายขั้นตอน ทำให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการ

(4) เวลาสูญเปล่าจากความเมื่อยล้าของพนักงาน เนื่องจากกระบวนการปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม จากการเก็บข้อมูลพบว่าในสถานีงาน AW6 พนักงานทำการประกอบและเชื่อมชิ้นงานขนาดใหญ่ ในพื้นที่จำกัด ทำให้ท่าทางลักษณะการปฏิบัติงานไม่เหมาะสม บางขั้นตอนต้องนอนเชื่อมทำให้เกิดความเมื่อยล้า

3.5 ลดความสูญเปล่า โดยใช้หลักการ ECRS

หลังจากคำนวณค่าประสิทธิภาพสายการผลิตในปัจจุบัน และวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในสายการผลิต นำการใช้เทคนิค Why Why Analysis มาช่วยตั้งคำถาม เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาที่แท้จริง จากนั้นใช้หลักการ ECRS เพื่อปรับปรุงลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น แสดงรายละเอียดในบทที่ 4 ถัดไป

3.6 จัดสมดุลสายการผลิต ด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ 3 วิธี

หลังจากการปรับปรุงลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น ทำการจัดสายการผลิตใหม่โดยการประยุกต์ใช้วิธีทางฮิวริสติกส์ (Heuristic) 3 วิธี คือ วิธีการ Largest Candidate Rule (LCR), วิธีการ Kilbridge and Wester (K&W) และ วิธีการ Ranked Positional Weight (RPW) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิต แสดงรายละเอียดในบทที่ 4 ถัดไป

3.7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดสมดุลการผลิต

หลังจากคำนวณค่าประสิทธิภาพสายการผลิตในปัจจุบัน และวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในสายการผลิต ก่อนทำการปรับปรุง พบว่าค่าประสิทธิภาพสายการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 66.39

และเกิดความสูญเปล่าขึ้นจาก 3 ปัญกา คือ ความสูญเปล่าจจากการรอคอย ความสูญเปล่าจากการขนย้าย และความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม จากนั้นทำการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นโดยใช้หลักการ ECRS และจัดสายการผลิตใหม่โดยการประยุกต์ใช้วิธีทางฮิวริสติกส์ (Heuristic) 3 วิธี คือ วิธีการ Largest Candidate Rule (LCR), วิธีการ Kilbridge and Wester (K&W) และ วิธีการ Ranked Positional Weight (RPW) เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพแต่ละวิธีกับค่าประสิทธิภาพในปัจจุบัน เพื่อหาวิธีการจัดสมดุลที่ดีที่สุด แสดงรายละเอียดในบทที่ 4 ถัดไป

3.8 สรุปผล

สรุปผลหลังจากทำการเปรียบเทียบวิธีการจัดสมดุลการผลิตด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ทั้ง 3 วิธี จนได้วิธีการจัดสมดุลการผลิตกระบะรับน้ำแข็งที่มีผลลัพธ์ดีที่สุด และสายการผลิตกระบะรับน้ำแข็งมีประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากขั้นตอนการดำเนินงานข้างต้น พบสาเหตุของความสูญเปล่าและรอบเวลาการผลิตแต่ละสถานีงาน พบว่าไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า ในบทที่ 4 จะแสดการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ด้วยเทคนิค ECRS และการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ ด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ (Heuristics) 3 วิธี จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดสมดุลการผลิต เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิตให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า

4.1 ลดความสูญเปล่า โดยใช้หลักการ ECRS

4.2 จัดสมดุลสายการผลิต ด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ 3 วิธี

4.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดสมดุลการผลิต

4.1 ลดความสูญเปล่า โดยใช้หลักการ ECRS

จากการวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในสายการผลิต พบปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาที่แท้จริง เทคนิค Why Why Analysis มาช่วยตั้งคำถาม เพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นรากเหง้าของสาเหตุที่แท้จริง แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการตั้งคำถามWhy Why Analysis

WHAT	WHY	WHY	WHY	แนวทางแก้ไข
การรอเครน	การขนย้ายชิ้นส่วนต้องรอเครน	ชิ้นส่วนย่อยทุกชิ้นต้องใช้เครนขนย้าย	ชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่และอยู่ห่างกัน	การรวมกัน (Combine)
การว่างงาน	พนักงานรอคอยงาน	พนักงานบางสถานีงานว่างงาน	แบ่งงานแต่ละสถานีงานไม่เหมาะสม	การกำจัด (Eliminate)
		พนักงานทำงานไม่สมดุลกัน		การจัดใหม่ (Rearrange)
การขนย้าย	เสียเวลาในการขนย้ายชิ้นส่วน	ต้องขนย้ายชิ้นส่วนไปจุดประกอบ	แบ่งงานแต่ละสถานีงานไม่เหมาะสม	การกำจัด (Eliminate)

ตารางที่ 4.1 แสดงการตั้งคำถามWhy Why Analysis (ต่อ)

WHAT	WHY	WHY	WHY	**แนวทางแก้ไข**
การตัดเตรียม	พนักงานทำงานไม่ต่อเนื่อง	เสียเวลาในการตัดเตรียมอุปกรณ์	ชิ้นส่วนมีความหลากหลาย	การรวมกัน (Combine)
การประกอบนาน	ใช้เวลาในการทำงานนาน	กระบวนการมีความซับซ้อน	กระบวนการไม่เหมาะสม	การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)
การทำความสะอาดนาน	ใช้เวลาในการทำงานนาน	กระบวนการมีความซับซ้อน	กระบวนการมีหลายขั้นตอน	การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)
พนักงานทำงานช้า	ความเมื่อยล้า	ท่าทางการทำงานไม่เหมาะสม	ชิ้นงานมีขนาดใหญ่และพื้นที่จำกัด	การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)

จากข้อมูลตาราง Why Why Analysis พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตส่วนใหญ่มาจากการแบ่งงานให้แต่ละสถานีงานไม่เหมาะสม และกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม จึงนำเทคนิค ECRS มาช่วยพิจารณาในการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการประกอบย่อย ดังนี้

4.1.1 สถานีงานย่อย AW1

สถานีงานย่อยเป็นกระบวนการประกอบย่อยชิ้นส่วนย่อย AW1 ชุดกระบะลำเลียงน้ำแข็ง 1 ชุด ใช้ชิ้นส่วนย่อย AW2 2 ชิ้น ใช้เวลาทั้งหมด 19.64 ชั่วโมง โดยเวลาที่ไม่เพิ่มคุณค่าสูญเสียไปกับการตัดเตรียมชิ้นส่วนและการวัดระยะ รวม 4.27 ชั่วโมง และ มีการสูญเสียเวลารอเครน เนื่องจากชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่ รายละเอียดการปรับปรุงโดยใช้ใช้เทคนิค ECRS มีดังนี้

4.1.1.1 การกำจัด E (Eliminate) เพื่อกำจัดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า ได้แก่ ตัดงานตัดเตรียมชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นออก เพื่อลดเวลางาน

4.1.1.2 การทำให้ง่ายขึ้น S (Simplify) โดยขั้นตอนที่ 2 การเตรียมติดตั้งต้องทำการวัดระยะ 2 ครั้งเพื่อความแม่นยำ ขั้นตอนซ้ำซ้อนทำให้เกิดความสูญเปล่า จัดทำ Jig สำเร็จเพื่อใช้ล็อคแผ่น และในส่วนปัญหาการรอเครน นำรอกไฟฟ้าขนาด 1 ตัน รางล้อเลื่อน ซึ่งเพียงพอต่อการรองรับน้ำหนักชิ้นส่วน

4.1.1.3 รวมงาน C (Combine) รวมขั้นตอนการประกอบและตัดเตรียมออกมาเป็นชิ้นส่วนสำเร็จ เพื่อลดเวลาสูญสียการประกอบที่ใช้เวลานาน ดังตารางที่ 4.2 เวลางานหลังปรับปรุงลดเหลือ 17.94 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.2 เวลางานย่อยก่อนและหลังปรับปรุงของสถานีงานย่อย AW1

	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND. TIME (Hour)	SYMBOL	Work Type
ก่อนปรับปรุง		**Sub Station: AW 1**					
	1	เชื่อม	448	1	7.47		VA
	2	เตรียมติดตั้ง	256		4.27		NVA
	3	เชื่อม	420		7.00		VA
	4	เจียร์,เคาะ	51		0.85		VA
	5	ย้ายชิ้นส่วน AW1 ไปสถานี AC1	3		0.05		Waste
		รวม	1,178	1	19.64		
	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND. TIME (Hour)	SYMBOL	Work Type
หลังปรับปรุง		**Sub Station: AW 1**					
	1	ประกอบเชื่อม	599	1	9.98		VA
	2	เชื่อม	420		7.00		VA
	3	เจียร์,เคาะ	51		0.85		VA
	4	ย้ายชิ้นส่วน AW1 ไปสถานี AC1	6		0.10		Waste
		รวม	1,076	1	17.94		

4.1.2 สถานีงานย่อย AW2

สถานีงานย่อยเป็นกระบวนการประกอบย่อยชิ้นส่วนย่อย AW2 ชุดกระบะลำเลียงน้ำแข็ง 1 ชุด ใช้ชิ้นส่วนย่อย AW2 2 ชิ้น ใช้เวลาทั้งหมด 28.64 ชั่วโมง โดยเวลาที่ไม่เพิ่มคุณค่าสูญเสียไปกับการตัดเตรียมชิ้นส่วน รวม 1.89 ชั่วโมง และมีการสูญเสียเวลารอเครน โดยการขนย้ายต้องทำการขนย้าย 2 รอบ เนื่องจากชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่รายละเอียดการปรับปรุงโดยใช้ใช้เทคนิค ECRS มีดังนี้

4.1.2.1 การกำจัด E (Eliminate) เพื่อกำจัดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า โดยกำจัดขั้นตอนการตรวจสอบความเรียบร้อย เนื่องจากเป็นขั้นตอนซ้ำซ้อน มีการตรวจสอบอีกครั้งในขั้นตอน AS2

4.1.2.2 การจัดใหม่ (Rearrange) ในขั้นตอนที่ 5 และ 6 สามารถแยกการประกอบเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปได้ เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนมีขนาดเดียวสามารถประกอบได้กับทุกรุ่น ใช้ได้กับทุกงาน เวลางานหลังปรับปรุงลดเหลือ 17.94 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 4.3

4.1.3 สถานีงานย่อย AW3

สถานีงานย่อยเป็นกระบวนการประกอบชิ้นส่วยย่อย AW3 ชุดกระบะลำเลียงน้ำแข็ง 1 ชุด ใช้ชิ้นส่วนย่อย AW3 2 ชิ้น ใช้เวลาทั้งหมด 5.35 ชั่วโมง มีเวลาที่ไม่เพิ่มคุณค่าสูญเสียไปกับการ ตัดเตรียมชิ้นส่วน รวม 1.68 ชั่วโมง และ มีการสูญเสียเวลารอเครน ในกรณีที่เครนไม่ว่าง เพื่อขนย้ายไปสถานีงาน AC1 โดยการขนย้ายต้องทำการขนย้าย 2 รอบ เนื่องจากชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่รายละเอียดการปรับปรุงโดยใช้ใช้เทคนิค ECRS มีดังนี้

4.1.3.1 รวมงาน C (Combine) รวมขั้นตอนกับชิ้นส่วน AW2 เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนที่ต่อเนื่องกัน สามารถทำพร้อมกันได้ ดังตารางที่ 4.3 เวลางานหลังปรับปรุงชิ้นส่วน AW2 และ AW3 รวมกันจาก 34 ชั่วโมง ลดเหลือ 23.47 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 เวลางานย่อยก่อนและหลังปรับปรุงของสถานีงานย่อย AW2 และ AW3

	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND. TIME (Hour)	SYMBOL	Work Type
ก่อนปรับปรุง		**Sub Station:** AW 2					
	6	ตัดเตรียมอุปกรณ์	13	1	0.21		NVA
	7	เจียร์	101		1.68		NVA
	8	ประกอบ	154		2.56		VA
	9	เจาะ	51		0.85		VA
	10	ประกอบชิ้นส่วน	614		10.24		VA
	11	เชื่อมชิ้นส่วน	378		6.30		VA
	12	ติดตั้งชิ้นส่วน	256		4.27		VA
	13	ติดตั้งชิ้นส่วนกับ AW2	126		2.10		VA
	14	ตรวจสอบความเรียบร้อย	20		0.33		NVA
	15	ย้ายชิ้นส่วน AW2 ไปจุด สถานีงานย่อย A	6		0.10		Waste
		รวม	1718.6	1	28.64		
	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND. TIME (Hour)	SYMBOL	Work Type
ก่อนปรับปรุง		**Sub Station:** AW 3					
	16	ตัดเตรียมอุปกรณ์	101	1	1.68		NVA
	17	ประกอบ	50		0.84		VA
	18	เชื่อม	168		2.80		VA
	19	ย้ายชิ้นส่วน AW3 ไปจุด สถานีงานย่อย A	2		0.03		Waste
		รวม	321.2	1	5.35		
	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND.	SYMBOL	Work Type
หลังปรับปรุง		**Sub Station:** AW2 และ AW3					
	5	ประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูป	496	1	8.27		VA
	6	ประกอบ	154		2.56		VA
	7	เจาะ	51		0.85		VA
	8	ติดตั้งชิ้นส่วน	256		4.27		VA
	9	ติดตั้งชิ้นส่วนกับ AW2	126		2.10		VA
	10	ตัดเตรียม ประกอบ AW3	151		2.52		VA
	11	เชื่อม	168		2.80		VA
	12	ย้ายชิ้นส่วน AW2 และ AW3 ไปจุด สถานี	6		0.10		Waste
		รวม	1,408	1	23.47		

4.1.4 สถานีงานย่อย AW6

สถานีงานย่อยเป็นกระบวนการประกอบชิ้นส่วยย่อย AW6 ชุดกระบะลำเลียงน้ำแข็ง 1 ชุด ใช้ชิ้นส่วนย่อย AW6 1 ชิ้น ใช้เวลาทั้งหมด 37.56 ชั่วโมง มีเวลาที่ไม่เพิ่มคุณค่าสูญเสียไปกับการ ตัดเตรียมชิ้นส่วน รวม 13.12 ชั่วโมง และ มีการสูญเสียเวลารอเครน ในกรณีที่เครนไม่ว่าง เพื่อขนย้ายไปสถานีงาน AC2 รายละเอียดการปรับปรุงโดยใช้ใช้เทคนิค ECRS มีดังนี้

4.1.4.1 การทำให้ง่าน S (Simplify) ในขั้นตอนการประกอบที่ 35, 37 และ 39 การทำงานใช้เวลานานทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้า ให้พนักงานอีกคนในสายการผลิตเดียวกัน เพื่อให้ทำงานได้เร็วขึ้น และจัดทำ Jig สำหรับค้ำในขั้นตอนการประกอบ ช่วยลดเวลาในการจัดทำโครงค้ำ เวลางานหลังปรับปรุงลดเหลือ 31.73 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เวลางานย่อยก่อนและหลังปรับปรุงของสถานีงานย่อย AW6

	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND. TIME (Hour)	SYMBOL	Work Type
		Sub Station: AW 6					
ก่อนปรับปรุง	32	ตัดเตรียมอุปกรณ์	787	2	13.12		NVA
	33	ย้ายแผ่นจากจุดตัดเตรียมมาจุดประกอบ	5	1	0.08		Waste
	34	เตรียมชิ้นส่วน	57	2	0.95		NVA
	35	ประกอบ 1	230	2	3.84		VA
	36	ประกอบ 2	218	2	3.63		VA
	37	ประกอบ 3	77	1	1.28		VA
	38	ประกอบ 4	110	2	1.83		VA
	39	เชื่อม 1	392	2	6.53		VA
	40	เชื่อม 2	378	2	6.30		VA
		รวม	2,254	2	37.56		
	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND. TIME (Hour)	SYMBOL	Work Type
		Sub Station: AW 6					
หลังปรับปรุง	23	ตัดเตรียมอุปกรณ์	787	2	13.12		NVA
	24	ย้ายแผ่นจากจุดตัดเตรียมมาจุดประกอบ	5	1	0.08		Waste
	25	เตรียมชิ้นส่วน	57	2	0.95		NVA
	26	ประกอบ 1	115	2	1.92		VA
	27	ประกอบ 2	218	2	3.63		VA
	28	ประกอบ 3	38	2	0.64		VA
	29	ประกอบ 4	110	2	1.83		VA
	30	เชื่อม 1	196	2	3.27		VA
	31	เชื่อม 2	378	2	6.30		VA
		รวม	1,904	2	31.73		

4.1.5 สถานีงานย่อย AC1

สถานีงานย่อย AC1 เป็นกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วน AW1 AW2 AW3 และ AW5

ซึ่งต้องรอรับชิ้นส่วนย่อยจากสถานีต่างๆ เพื่อทำความสะอาด ใช้เวลาทั้งหมด 22.70 ชั่วโมง มีเวลาที่ไม่เพิ่มคุณค่าสูญเสียไปกับย้ายชิ้นงานและเวลารอเครน ในกรณีที่เครนไม่ว่าง เพื่อขนย้ายไปสถานีงาน AC2 รายละเอียดการปรับปรุงโดยใช้ใช้เทคนิค ECRS มีดังนี้

4.1.5.1 รวมงาน C (Combine) พนักงานทำงานช้า เนื่องจากขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน ลดเวลางานจากชิ้นส่วยย่อย AW2 จัดทำเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป สามารถลดขั้นตอนงานทำความสะอาดจากการทำความสะอาด 2 ครั้ง เหลือขั้นตอนทำความสะอาด 1 ครั้ง ลดความซับซ้อนของการทำงาน ดังตารางที่ 4.6 เวลางานหลังปรับปรุงลดเหลือ 19.50 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.5 เวลางานย่อยก่อนและหลังปรับปรุงของสถานีงานย่อย AC1

	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND. TIME (Hour)	SYMBOL	Work Type
		Sub Station: AC1					
ก่อนปรับปรุง	23	ขัดอุปกรณ์ 1(AW2)	179		2.99		VA
	24	ขัดอุปกรณ์ 2(AW2)	205		3.41		VA
	25	ขัดแนว(AW2)	64		1.07		VA
	26	ขัด (AW2)	94		1.57		VA
	27	ทำความสะอาด (AW2)	24	1	0.39		NVA
	28	ขัด (AW3)	218		3.63		VA
	29	ขัดก่อน (AW 1)	179		2.99		VA
	30	ขัดหลัง ((AW 1)	384		6.40		VA
	31	ย้ายชิ้นงานที่ขัดเรียบร้อยแล้ว ไปจุดประกอ	15		0.25		Waste
		รวม	1,362	2	22.70		
	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND.	SYMBOL	Work Type
		Sub Station: AC 1					
หลังปรับปรุง	16	ขัดแนว(AW2)	64		1.07		VA
	17	ขัด (AW2)	169		4.77		NVA
	18	ทำความสะอาด (AW2)	24		0.39		NVA
	19	ขัด (AW3)	218		3.63		VA
	20	ขัดก่อน (AW 1)	179		2.99		VA
	21	ขัดหลัง ((AW 1)	384		6.40		VA
	22	ย้ายชิ้นงานที่ขัดเรียบร้อยแล้ว ไปจุดประกอ	15		0.25		Waste
		รวม	1,053	2	19.50		

4.1.6 สถานีงานย่อย AC2

สถานีงานย่อย AC2 เป็นกระบวนการทำความสะอาดขึ้นส่วน AW6 1 ชิ้น ใช้เวลาทั้งหมด 33.28 ชั่วโมง ในการะบวนการมีขั้นตอนสูญเสียเวลาไปกับขั้นตอนการเตรียมทำความสะอาด ได้แก่ การตีแนวเชื่อม โดยใช้เทปแปะแนว ทำให้เกิดความล่าช้า และสิ้นเปลืองทรัพยากร รายละเอียดการปรับปรุงโดยใช้ใช้เทคนิค ECRS มีดังนี้

4.1.6.1 การทำให้ง่าน S (Simplify) พนักงานทำงานช้า เนื่องจากขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน ปรับเปลี่ยนขั้นตอนการตีแนวด้วยเทป เป็น Jig ทาบแทนการแปะเทป และขั้นตอนการขัดมือปรับเปลี่ยนเป็นเครื่องขัดอัตโนมัติ เพื่อช่วยลดความซับซ้อนและความเมื่อยล้าในการทำงานดังตารางที่ 4.6 เวลางานหลังปรับปรุงลดเหลือ 19.50 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.6 เวลางานย่อยก่อนและหลังปรับปรุงของสถานีงานย่อย AC2

	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND. TIME (Hour)	SYMBOL	Work Type
ก่อนปรับปรุง		**Sub Station: AC2**					
	42	ขัด	1,997	1	33.28	● ⇨ D □ △	VA
		รวม	1,997	1	33.28		
หลังปรับปรุง	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND. TIME (Hour)	SYMBOL	Work Type
		Sub Station: AC 2					
	32	ขัด	1,877		31.28	● ⇨ D □ △	VA
		รวม	1,877	1	31.28		

4.1.7 สถานีงานย่อย AS2

สถานีงานย่อย AS2 เป็นกระบวนการประกอบชิ้นส่วนย่อยทั้งหมดเข้าด้วยกัน ใช้เวลาทั้งหมด 6.57 ชั่วโมง ในกระบวนการมีขั้นตอนสูญเสียเวลาและทรัพยากรไปกับขั้นตอนการติดตั้ง เนื่องจากชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่ ทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้า เช่น การคลุมชิ้นงานสำเร็จรูปเพื่อป้องกันสิ่งสกปรก บางครั้งต้องยืดตัวพนักงานมาจากสายการผลิตอื่นเพื่อช่วยติดตั้ง รายละเอียดการปรับปรุงโดยใช้ใช้เทคนิค ECRS มีดังนี้

4.1.6.1 การทำให้ง่าย S (Simplify) การประกอบติดตั้ง ใช้เวลานานและทรัพยากรเยอะ พนักงานเกิดความเมื่อยล้า เนื่องจากชิ้นส่วนมีขนาดใหญ่ ปรับเปลี่ยนขั้นตอนการคลุมชิ้นงานจากการปีนเพื่อคลุมพลาสติก เป็นการใช้ผ้าใบสำเร็จรูป ดังตารางที่ 4.7 เวลางานหลังปรับปรุงลดเหลือ 6.07 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.7 เวลางานย่อยก่อนและหลังปรับปรุงของสถานีงานย่อย AS2

	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND. TIME (Hour)	SYMBOL	Work Type
ก่อนปรับปรุง		**Sub Station:AS 2**					
	52	ประกอบ AW2 AW4 และ AW5 เข้ากับ AV	77	2	1.28		VA
	53	ติดตั้ง	168		2.80		VA
	54	ทำความสะอาด	115		1.49		VA
	55	ตรวจสอบความเรียบร้อย	60		1.00		Waste
	รวม		420	2	6.57		
	NO.	DESCRIPTION	STAND. TIME (min)	Working	STAND. TIME (Hour)	SYMBOL	Work Type
หลังปรับปรุง		**Sub Station: AS 2**					
	42	ประกอบ AW2 AW4 และ AW5 เข้ากับ AV	77	2	1.28		VA
	43	ติดตั้ง	138		2.30		VA
	44	ทำความสะอาด	115		1.49		VA
	45	ตรวจสอบความเรียบร้อย	60		1.00		Waste
	รวม		390	2	6.07		

หลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS ได้แก่ ความสูญเสียจากการรอคอยงาน ความสูญเสียจากการขนส่ง และความสูญเสียจากกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า ผลลัพธ์ที่ได้คือลดจำนวนกระบวนการทำงานย่อยจากเดิม 55 งาน เหลือ 45 งาน และลดเวลาการทำงานรวมจากเดิม 178.76 ชั่วโมง เหลือ 154.24 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังได้ลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA) และ Waste จาก 18 งาน เหลือ 10 งาน

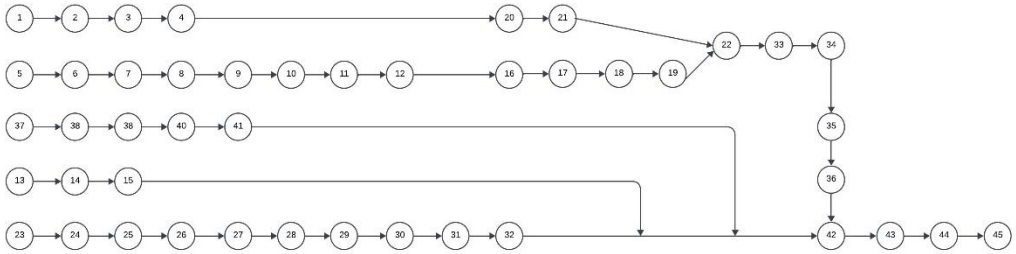
4.2 จัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ 3 วิธี

หลังจากปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยเทคนิค ECRS ช่วยลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต จากนั้นจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์(Heuristic) 3 วิธี ได้แก่ วิธีการ Largest Candidate Rule (LCR), วิธีการ Kilbridge and Wester (K&W) และ วิธีการ Ranked Positional Weight (RPW) เพื่อลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ดังนี้

4.2.1 วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดก่อน (Largest Candidate Rule-LCR)

วิธีการนี้จะเริ่มต้นด้วยการจัดเรียงกิจกรรมหรือขั้นตอนการทำงานตามลำดับที่ใช้ในการผลิตจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด จากนั้นจัดงานลงสถานีงาน แสดงรายละเอียดการจัดสมดุลสายการผลิตดังนี้

1. สร้างแผงผังลำดับงาน (Precedence Diagram) ของสายการผลิต เพื่อแสด’ ลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานย่อยแต่ละงาน ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แผนผังลำดับงานของสายการผลิต

2. จัดเรียงเวลางานย่อยตามลำดับจากเวลาที่ใช้มากที่สุดไปหาน้อยที่สุด โดยการจัดเรียงต้องไม่ขัดกับลำดับการทำงาน ก่อน-หลัง ตามแผนผังลำดับงาน (Precedence Diagram) แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การจัดเรียงเวลางานย่อยตามตามลำดับเวลามากไปน้อย

ลำดับ	ลำดับงานย่อย	ลำดับงานก่อนหน้า	STAND.TIME (ชั่วโมง)
1	23	-	13.12
2	24	23	0.08
3	25	24	0.95
4	26	25	1.92
5	27	26	3.63
6	28	27	0.64
7	29	28	1.83
8	30	29	3.27
9	31	30	6.30
10	32	31	31.28
11	5	-	8.27
12	6	5	2.56
13	7	6	0.85

ตารางที่ 4.8 การจัดเรียงเวลางานย่อยตามตามลำดับเวลามากไปน้อย (ต่อ)

ลำดับ	ลำดับงานย่อย	ลำดับงานก่อนหน้า	STAND.TIME (ชั่วโมง)
14	8	7	4.27
15	9	8	2.10
16	10	9	2.52
17	11	10	2.80
18	12	11	0.10
19	1	-	9.98
20	2	1	7.00
21	3	3	0.85
22	4	4	0.10
23	20	4	2.99
24	21	20	6.40
25	16	12	1.07
26	17	16	4.77
27	18	17	0.39
28	19	18	3.63
29	22	19,21	0.25
30	13	-	7.04
31	14	13	3.38
32	15	14	0.06
33	37	-	1.89
34	38	37	0.42
35	39	38	0.33
36	40	39	3.73
37	41	40	1.71
38	33	22	1.89
39	34	33	1.07
40	35	34	1.89
41	36	35	0.84

ตารางที่ 4.8 การจัดเรียงเวลางานย่อยตามตามลำดับเวลามากไปน้อย (ต่อ)

ลำดับ	ลำดับงานย่อย	ลำดับงานก่อนหน้า	STAND.TIME (ชั่วโมง)
43	43	42	2.30
44	44	43	1.49
45	45	44	1.00

3. จัดงานลงในสถานีงาน โดยเลือกงานย่อยที่ใช้เวลามากที่สุดก่อน และเลือกงานย่อยถัดไปตามลำดับเวลาที่ใช้ โดยไม่ขัดลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังในแผงผังลำดับงาน และเวลารวมของงานย่อยในแต่ละสถานีไม่เกินรอบเวลาที่กำหนด แสดงการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน (Largest Candidate Rule – LCR

ตารางที่ 4.9 การจัดสมดุลสายการผลิต วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน (LCR)

สถานีงาน	ลำดับงานย่อย	STAND.TIME (ชั่วโมง)	เวลารวมสถานี
1	23	13.12	31.74
	24	0.08	
	25	0.95	
	26	1.92	
	27	3.63	
	28	0.64	
	29	1.83	
	30	3.27	
	31	6.30	
2	32	31.28	31.28
3	5	8.27	31.55
	6	2.56	
	7	0.85	

ตารางที่ 4.9 การจัดสมดุลสายการผลิต วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน (LCR) (ต่อ)

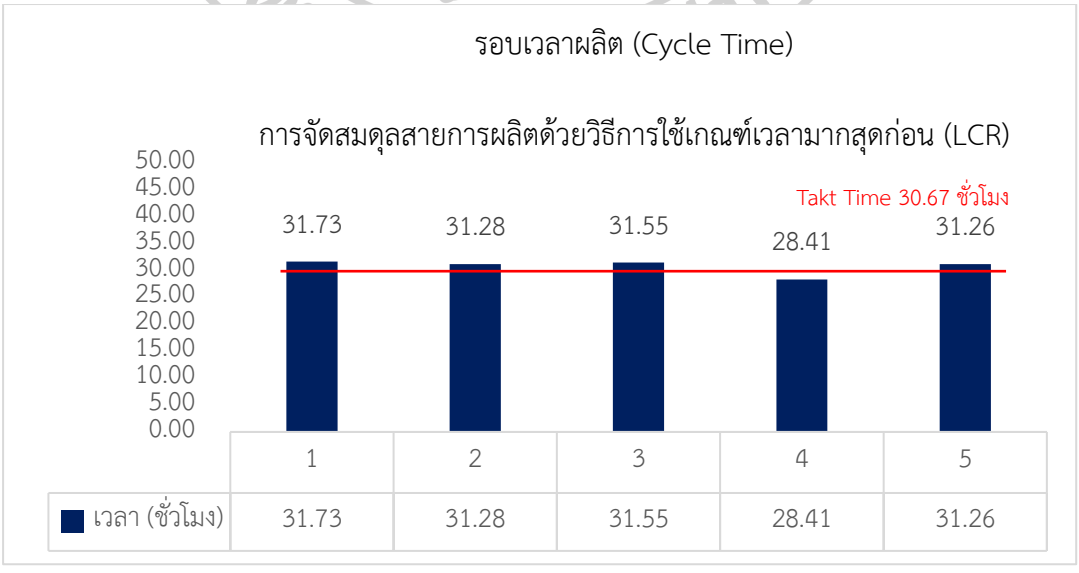
สถานีงาน	ลำดับงานย่อย	STAND.TIME (ชั่วโมง)	เวลารวมสถานี
	8	4.27	
	9	2.10	
	10	2.52	
	11	2.80	
	12	0.10	
	37	1.89	
	38	0.42	
	39	0.33	
	40	3.73	
	41	1.71	
	1	9.98	
	2	7.00	
	3	0.85	
4	4	0.10	28.41
	13	7.04	
	14	3.38	
	15	0.06	
	20	2.99	
	21	6.40	
	16	1.07	
	17	4.77	
5	18	0.39	31.26
	19	3.63	
	22	0.25	
	33	1.89	
	34	1.07	
	35	1.89	

ตารางที่ 4.9 การจัดสมดุลสายการผลิต วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดมาก่อน (LCR) (ต่อ)

สถานีงาน	ลำดับงานย่อย	STAND.TIME (ชั่วโมง)	เวลารวมสถานี
	36	0.84	
	42	1.28	
	43	2.30	
	44	1.49	
	45	1.00	

จากตารางที่ 4.9 แสดงการจัดงานย่อยเข้าสถานีงาน โดยเลือกงานย่อยที่ใช้เวลามากที่สุดก่อน และเลือกงานย่อยที่เวลามากตามลำดับ โดยไม่ขัดลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลัง จนเวลารวมในแต่ละสถานีใกล้เคียงกับรอบเวลาที่กำหนดมากที่สุด ผลการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดก่อน (LCR) แสดงในรูปแบบแผงผังลำดับงาน (Precedence Diagram) ดังภาพผนวก ง ภาพที่ ง1

หลังจากจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดก่อน (LCR) พบว่า เมื่อพิจารณาเวลารวมของแต่ละสถานีงานหลักและสร้างกราฟรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) แล้ว รอบเวลาการผลิตของแต่ละสถานีมีความใกล้เคียงและสมดุลกันมากขึ้น ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 รอบเวลาผลิต การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธี LCR

4. คำนวณประสิทธิภาพการผลิต (Line Efficiency) และประสิทธิภาพที่หายไป (Balance Delay) หลังจากจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดก่อน (Largest Candidate Rule - LCR) ดังสมการที่ 4.1 และ 4.2

ประสิทธิภาพการผลิต (Line Efficiency)

% Efficiency	= (∑T x 100)/ nCT		
∑T	= เวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด	= 154.24 ชั่วโมง	(4.1)
n	= จำนวนสถานีงาน	= 5	
CT	= รอบเวลาการผลิต	= 31.74 ชั่วโมง	
ดังนั้น % Efficiency	= (154.24 x 100) / (5 x 31.74)	= 97.20 %	

ประสิทธิภาพที่หายไป (Balance Delay)

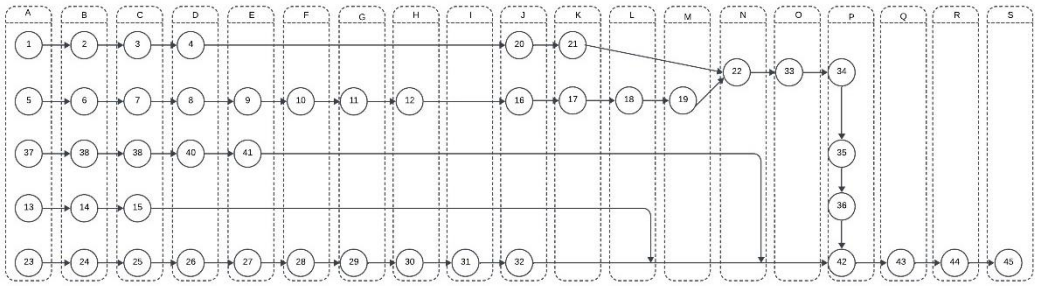
Balance Delay	= 100 – Efficiency	
	= 100 – 97.20	(4.2)
	= 2.80 %	

จากการคำนวนค่าประสิทธิภาพการผลิต และประสิทธิภาพที่หายไปของสายการผลิต หลังจากจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดก่อน (Largest Candidate Rule - LCR) จำนวนสถานีงานที่ได้ 5 สถานี โดยค่าประสิทธิภาพการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 97.20 และค่าประสิทธิภาพที่หายไปอยู่ที่ร้อยละ 2.80

4.2.2 วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester-K&W)

วิธีการนี้จะเริ่มต้นด้วยการจัดเรียงกิจกรรมหรือขั้นตอนการทำงานตามลำดับ โดยจัดกลุ่มงานย่อยให้เหมาะสมกับแต่ละสถานีงาน พิจารณางานจากซ้ายไปขวา งานที่เริ่มก่อนจะได้รับการเลือกลงสถานีงานก่อน แสดงรายละเอียดการจัดสมดุลสายการผลิต ดังนี้

1. สร้างแผงผังลำดับงาน (Precedence Diagram) ของสายการผลิต เพื่อแสดงลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานย่อยแต่ละงาน โดยแยกเป็นคอลัมน์ ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แผนผังลำดับงานของสายการผลิต แยกเป็นคอลัมน์

2. จัดเรียงงานย่อยตามคอลัมน์ โดยเลือกงานย่อยที่อยู่คอลัมน์ซ้ายมือก่อน และเลือกงานย่อยที่อยู่คอลัมน์เดียวกัน แสดงเวลาและงานย่อยที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 การจัดเรียงงานย่อยแยกตามคอลัมน์

คอลัมน์	ลำดับงานย่อย	ลำดับงานก่อนหน้า	STAND.TIME (ชั่วโมง)
A	1	-	9.98
	5	-	8.27
	37	-	1.89
	13	-	7.04
	23	-	13.12

ตารางที่ 4.10 การจัดเรียงงานย่อยแยกตามคอลัมน์ (ต่อ)

คอลัมน์	ลำดับงานย่อย	ลำดับงานก่อนหน้า	STAND.TIME (ชั่วโมง)
B	2	1	7.00
	6	5	2.56
	38	37	0.42
	14	13	3.38
	24	23	0.08
C	3	2	0.85
	7	6	0.85
	15	14	0.06
	25	24	0.95
	39	38	0.33
D	4	3	0.10
	8	7	4.27
	26	25	1.92
	40	39	3.73
E	9	8	2.10
	27	26	3.63
	41	40	1.71
F	10	9	2.52
	28	27	0.64
G	11	10	2.80
	29	28	1.83
H	12	11	0.10
	30	29	3.27
I	31	30	6.30
J	20	4	2.99
	16	12	1.07

ตารางที่ 4.10 การจัดเรียงงานย่อยแยกตามคอลัมน์ (ต่อ)

คอลัมน์	ลำดับงานย่อย	ลำดับงานก่อนหน้า	STAND.TIME (ชั่วโมง)
	32	31	31.28
K	21	20	6.40
	17	16	4.77
L	18	17	0.39
M	19	18	3.63
N	22	19,21	0.25
O	33	22	1.89
P	34	33	1.07
	35	34	1.89
	36	35	0.84
	42	15,32,36,41	1.28
Q	43	42	2.30
R	44	43	1.49
S	45	44	1.00

3. จัดงานลงในสถานีงาน โดยเลือกงานย่อยที่อยู่คอลัมน์ซ้ายมือก่อน และเลือกงานย่อยที่อยู่คอลัมน์เดียวกัน โดยไม่ขัดลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังในแผงผังลำดับงาน และเวลารวมของงานย่อยในแต่ละสถานีไม่เกินรอบเวลาที่กำหนด แสดงการจัดสมดุลสายการผลิต ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การจัดสมดุลสายการผลิต วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (K&W)

สถานีงาน	ลำดับงานย่อย	STAND.TIME (ชั่วโมง)	เวลารวมสถานี
1	1	9.98	27.18
	5	8.27	
	13	7.04	
	37	1.89	

ตารางที่ 4.11 การจัดสมดุลสายการผลิต วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (K&W) (ต่อ)

สถานีงาน	ลำดับงานย่อย	STAND.TIME (ชั่วโมง)	เวลารวมสถานี
2	2	7.00	32.78
	3	0.85	
	4	0.10	
	6	2.56	
	7	0.85	
	8	4.27	
	9	2.10	
	10	2.52	
	11	2.80	
	12	0.10	
	14	3.38	
	15	0.06	
	38	0.42	
	39	0.33	
	40	3.73	
	41	1.71	
3	23	13.12	31.73
	24	0.08	
	25	0.95	
	26	1.92	
	27	3.63	
	28	0.64	
	29	1.83	
	30	3.27	
	31	6.3	

มหาวิทยาลัยศิลปากร

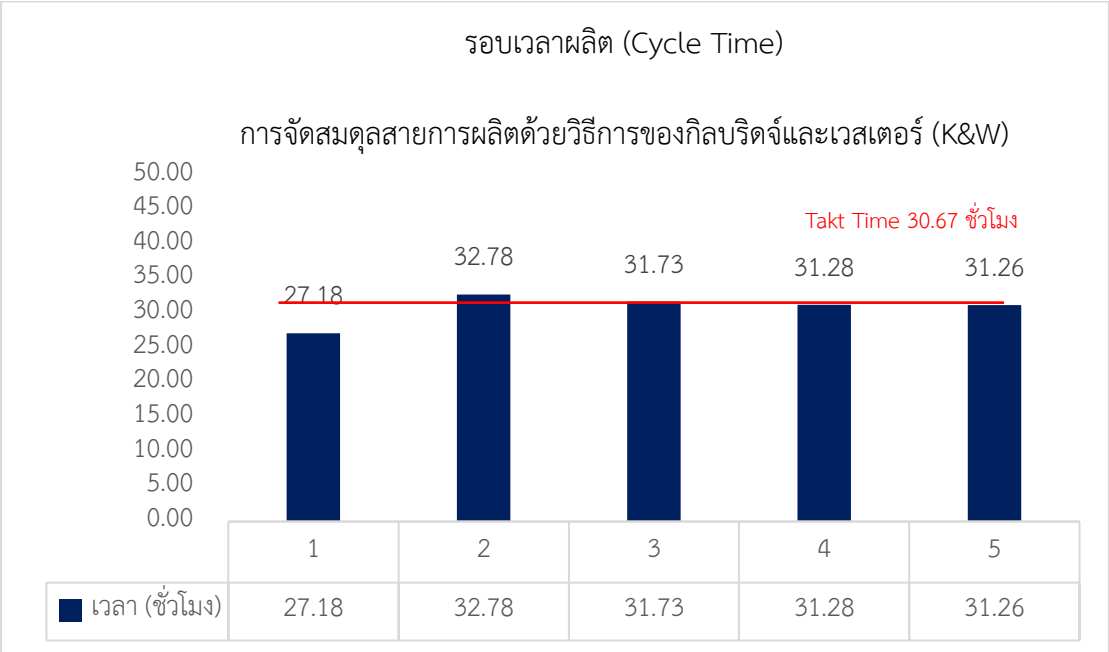
ตารางที่ 4.11 การจัดสมดุลสายการผลิต วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (K&W) (ต่อ)

สถานีงาน	ลำดับงานย่อย	STAND.TIME (ชั่วโมง)	เวลารวมสถานี
4	32	31.28	31.28
5	16	1.07	31.26
	17	4.77	
	18	0.39	
	19	3.63	
	20	2.99	
	21	6.40	
	22	0.25	
	33	1.89	
	34	1.07	
	35	1.89	
	36	0.84	
	42	1.28	
	43	2.30	
	44	1.49	
	45	1.00	

จากตารางที่ 4.11 แสดงการจัดงานย่อยเข้าสถานีงาน โดยเลือกงานย่อยตามลำดับคอลัมน์ด้านซ้ายมือก่อน และเลือกงานย่อยที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันจนครบทกงาน จึงพิจารณาเลือกงานย่อยในคอลัมน์ถัดไป โดยเวลารวมในแต่ละสถานีใกล้เคียงกับรอบเวลาที่กำหนดมากที่สุด ผลการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester-K&W) แสดงในรูปแบบแผงผังลำดับงาน (Precedence Diagram) ดังภาพผนวก ง ภาพที่ ง2

หลังจากจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester-K&W) พบว่า เมื่อพิจารณาเวลารวมของแต่ละสถานีงานหลักและสร้างกราฟรอบเวลาการ

ผลิต (Cycle Time) แล้ว รอบเวลาการผลิตของแต่ละสถานีมีความใกล้เคียงและสมดุลกันมากขึ้น ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 รอบเวลาผลิต การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธี K&W

3. คำนวณประสิทธิภาพการผลิต (Line Efficiency) และประสิทธิภาพที่หายไป (Balance Delay) หลังจากจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester-K&W) ดังสมการที่ 4.3 และ 4.4

ประสิทธิภาพการผลิต (Line Efficiency)

% Efficiency	= (∑T x 100)/ nCT		
∑T	= เวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด	= 154.24 ชั่วโมง	(4.3)
n	= จำนวนสถานีงาน	= 5	
CT	= รอบเวลาการผลิต	= 32.78 ชั่วโมง	
ดังนั้น % Efficiency	= (154.24 x 100) / (5 x 32.78)	= 94.10 %	

ประสิทธิภาพที่หายไป (Balance Delay)

$$\begin{aligned} \text{Balance Delay} &= 100 - \text{Efficiency} \\ &= 100 - 94.10 \\ &= 5.90\ \% \end{aligned} \qquad (4.4)$$

จากการคำนวนค่าประสิทธิภาพการผลิต และประสิทธิภาพที่หายไปของสายการผลิตหลังจากจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester-K&W) จำนวนสถานีงานที่ได้ 5 สถานี โดยค่าประสิทธิภาพการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 94.10 และค่าประสิทธิภาพที่หายไปอยู่ที่ร้อยละ 5.90

4.2.3 วิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weight-RPW)

วิธีการนี้จะเริ่มต้นด้วยการจัดเรียงกิจกรรมหรือขั้นตอนการทำงานตามลำดับที่ใช้ในการผลิต โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักตำแหน่ง (Positional Weight) จากนั้นจัดงานลงสถานีงานตามค่าน้ำหนักของงานย่อย แสดงรายละเอียดการจัดสมดุลสายการผลิต ดังนี้

1.สร้างแผงผังลำดับงาน (Precedence Diagram) ของสายการผลิต เพื่อแสดงลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานย่อยแต่ละงาน ดังภาพที่ 4.1

2. คำนวณน้ำหนักตำแหน่ง (Positional Weight) ของแต่ละงานย่อย โดยนับรวมเวลาของงานย่อยและเวลาของงานทั้งหมดที่ต้องทำหลังงานย่อยนั้น ตามแผนผังลำดับงาน (Precedence Diagram) แสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าน้ำหนักตำแหน่งงานย่อย (Positional Weight)

ลำดับงานย่อย	ลำดับงานก่อนหน้า	STAND.TIME (ชั่วโมง)	ค่าน้ำหนัก (Positional Weight)
1	-	9.98	154.73
2	1	7.00	144.75
3	3	0.85	137.75
4	4	0.10	136.90
5	-	8.27	136.80
6	5	2.56	283.26
7	6	0.85	125.97
8	7	4.27	125.11
9	8	2.10	120.85
10	9	2.52	118.75
11	10	2.80	116.23
12	11	0.10	113.43
13	-	7.04	113.33
14	13	3.38	106.29
15	14	0.06	102.91
16	12	1.07	102.85
17	16	4.77	101.78
18	17	0.39	97.01
19	18	3.63	96.62
20	4	2.99	92.99
21	20	6.40	90.00
22	19,21	0.25	83.60
23	-	13.12	83.35
24	23	0.08	70.23
25	24	0.95	70.15
26	25	1.92	69.20
27	26	3.63	67.28

ตารางที่ 4.12 ค่าน้ำหนักตำแหน่งงานย่อย (Positional Weight) (ต่อ)

ลำดับงานย่อย	ลำดับงานก่อนหน้า	STAND.TIME (ชั่วโมง)	ค่าน้ำหนัก (Positional Weight)
28	27	0.64	63.66
29	28	1.83	63.02
30	29	3.27	61.19
31	30	6.30	57.92
32	31	31.28	51.62
33	22	1.89	20.34
34	33	1.07	18.45
35	34	1.89	17.38
36	35	0.84	15.49
37	-	1.89	14.65
38	37	0.42	12.76
39	38	0.33	12.34
40	39	3.73	12.01
41	40	1.71	8.28
42	15,32,36,41	1.28	6.57
43	42	2.30	5.29
44	43	1.49	2.49
45	44	1.00	1.00

3. จัดงานย่อยลงในสถานีงาน โดยเริ่มจากงานที่มีน้ำหนักตำแหน่งมากที่สุด และจัดลงไปเรื่อยๆ จนเวลารวมในแต่ละสถานีใกล้เคียงกับรอบเวลาที่กำหนด และไม่ขัดลำดับความสัมพันธ์ก่อน-หลังในแผนผังลำดับงาน แสดงการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 การจัดสมดุลสายการผลิต วิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (RPW)

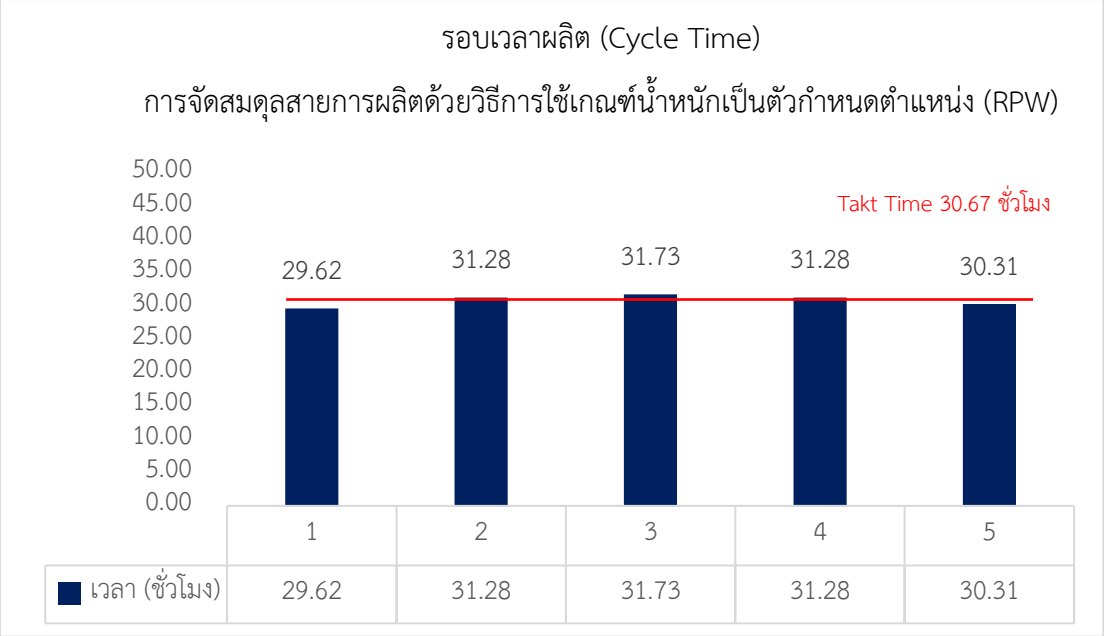
สถานีงาน	ลำดับงานย่อย	STAND.TIME (ชั่วโมง)	ค่าน้ำหนัก (Positional Weight)	เวลารวมสถานี
1	1	9.98	154.73	29.62
	2	7.00	144.75	
	3	0.85	137.75	
	4	0.10	136.90	
	5	8.27	136.80	
	6	2.56	283.26	
	7	0.85	125.97	
2	8	4.27	125.11	31.28
	9	2.10	120.85	
	10	2.52	118.75	
	11	2.80	116.23	
	12	0.10	113.43	
	16	1.07	102.85	
	17	4.77	101.78	
	18	0.39	97.01	
	19	3.63	96.62	
	20	2.99	92.99	
	21	6.40	90.00	
	22	0.25	83.60	
3	23	13.12	83.35	31.73
	24	0.08	70.23	
	25	0.95	70.15	
	26	1.92	69.20	
	27	3.63	67.28	
	28	0.64	63.66	
	29	1.83	63.02	
	30	3.27	61.19	

ตารางที่ 4.13 การจัดสมดุลสายการผลิต วิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (RPW) (ต่อ)

สถานีงาน	ลำดับงานย่อย	STAND.TIME (ชั่วโมง)	ค่าน้ำหนัก (Positional Weight)	เวลารวม สถานี
	31	6.30	57.92	
4	32	31.28	51.62	31.28
5	13	7.04	113.33	30.31
	14	3.38	106.29	
	15	0.06	102.91	
	33	1.89	20.34	
	34	1.07	18.45	
	35	1.89	17.38	
	36	0.84	15.49	
	37	1.89	14.65	
	38	0.42	12.76	
	39	0.33	12.34	
	40	3.73	12.01	
	41	1.71	8.28	
	42	1.28	6.57	
	43	2.30	5.29	
	44	1.49	2.49	
	45	1.00	1.00	

จากตารางที่ 4.13 แสดงการจัดงานย่อยเข้าสถานีงาน โดยเลือกงานย่อยที่มีน้ำหนักตำแหน่งมากที่สุดก่อน และเลือกงานย่อยที่เวลามากตามลำดับ โดยไม่ขัดลำดับความสัมพันธ์ก่อนหลัง จนเวลารวมในแต่ละสถานีใกล้เคียงกับรอบเวลาที่กำหนดมากที่สุด ผลการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weight -RPW) แสดงในรูปแบบแผงผังลำดับงาน (Precedence Diagram) ดังภาพผนวก ง ภาพที่ ง3

หลังจากจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weight -RPW) พบว่า เมื่อพิจารณาเวลารวมของแต่ละสถานีงานหลักและสร้างกราฟรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) แล้ว รอบเวลาการผลิตของแต่ละสถานีมีความใกล้เคียงและสมดุลกันมากขึ้น ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 รอบเวลาผลิต การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธี RWP

4. คำนวณประสิทธิภาพการผลิต (Line Efficiency) และประสิทธิภาพที่หายไป (Balance Delay) หลังจากจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง Ranked Positional Weight (RPW) ดังสมการที่ 4.5 และ 4.6

ประสิทธิภาพการผลิต (Line Efficiency)

% Efficiency	= (∑T x 100)/ nCT		
∑T	= เวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด	= 154.24 ชั่วโมง	(4.5)
n	= จำนวนสถานีงาน	= 5	
CT	= รอบเวลาการผลิต	= 31.73 ชั่วโมง	
ดังนั้น % Efficiency	= (154.24 x 100) / (5 x 31.73)	= 97.21 %	

ประสิทธิภาพที่หายไป (Balance Delay)

$$\begin{aligned} \text{Balance Delay} &= 100 - \text{Efficiency} \\ &= 100 - 97.21 \\ &= 2.79\ \% \end{aligned} \qquad (4.6)$$

จากการคำนวนค่าประสิทธิภาพการผลิต และประสิทธิภาพที่หายไปของสายการผลิตหลังจากจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง Ranked Positional Weight (RPW) จำนวนสถานีงานที่ได้ 5 สถานี โดยค่าประสิทธิภาพการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 97.21 และค่าประสิทธิภาพที่หายไปอยู่ที่ร้อยละ 2.79

4.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดสมดุลการผลิต

จากการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิตโดยใช้หลักการ ECRS และประยุกต์ใช้การจัดสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์ 3 วิธี สามารถเปรียบเทียบผลการจัดสมดุลสายการผลิตได้ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ตารางเปรียบเทียบผลการจัดสมดุลสายการผลิต

รายการ	**ก่อนการปรับปรุง**	**หลังการปรับปรุงด้วย ECRS**	**หลังการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่**		
			LCR	K&W	RWP
กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA) และ Waste	18	10			
จำนวนสถานีงาน	6	6	5	5	5
จำนวนงานย่อย	55	45	45	45	45
เวลารวม (ชั่วโมง)	178.76	154.24	154.24	154.24	154.24
รอบเวลาผลิต (Cycle Time)	44.47	33.95	31.74	32.78	31.73
% ประสิทธิภาพ (LB)	66.99	91.16	97.20	94.10	97.21
%ประสิทธภาพที่หายไป (BD)	33.01	8.84	2.80	5.90	2.79

จากตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิตทั้ง 3 วิธี พบว่า หลังจากการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยหลักการ ECRS สามารถลดจำนวนงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าได้จาก 10 งาน เหลือ 4 งาน ลดเวลาการทำงานรวมจากเดิม 178.76 ชั่วโมง เหลือ 154.73 ชั่วโมง และลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) จากเดิม 44.47 ชั่วโมง เหลือ 33.95 ชั่วโมง เมื่อนำหลักการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ พบว่า วิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weight-RPW) สามารถรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) หลังจากปรับปรุงด้วยหลักการ ECRS 33.95 ชั่วโมง เหลือ 31.73 ชั่วโมง จำนวนสถานีงานลดลงจาก 6 สถานี เหลือ 5 สถานี และประสิทธิภาพสายการผลิต เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 66.99 เป็นร้อยละ 97.21 เพิ่มขึ้นร้อยละ 30.22 ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุดใน 3 วิธี

ในขณะที่วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดก่อน (Largest Candidate Rule-LCR) และวิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester-K&W) สามารถรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) เหลือ 31.74 และ 32.78 ชั่วโมง จำนวนสถานีงานลดลงเหลือ 5 สถานี และประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 97.20 และ 94.10 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิตโดยใช้หลักการ ECRS และการประยุกต์ใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์สามวิธี ได้แก่ วิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weight: RPW), วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุดก่อน (Largest Candidate Rule: LCR), และวิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester: K&W) ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลการเปรียบเทียบการปรับปรุงสายการผลิตด้วยหลักการ ECRS แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการปรับปรุงสายการผลิตด้วยหลักการ ECRS

รายการ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุงด้วย ECRS	เปรียบเทียบ
กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (NVA) และ Waste	18	10	ลดลง 8 กิจกรรม
จำนวนงานย่อย	55	45	ลดลง 10 งานย่อย
เวลารวม (ชั่วโมง)	178.76	154.24	ลดลง 24.52 ชั่วโมง
รอบเวลาผลิต (Cycle Time)	44.47	33.95	ลดลง 10.52 ชั่วโมง
% ประสิทธิภาพ (LB)	66.99	91.16	เพิ่มขึ้น 24.17 %
%ประสิทธภาพที่หายไป (BD)	33.01	8.84	ลดลง 24.17 %

5.1.2 ผลการเปรียบเทียบการประยุกต์ใช้การปรับปรุงสายการผลิตด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์วิธี LCR แสดงดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการปรับปรุงสายการผลิตด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์วิธี LCR

รายการ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุงด้วย ECRS	หลังการจัดสมดุลด้วยวิธี LCR	เปรียบเทียบ
จำนวนสถานีงาน	6	6	5	ลดลง 1 สถานีงาน
จำนวนงานย่อย	55	45	45	ลดลง 10 งานย่อย
เวลารวม (ชั่วโมง)	178.76	154.24	154.24	ลดลง 24.52 ชั่วโมง
รอบเวลาผลิต (Cycle Time)	44.47	33.95	31.74	ลดลง 12.73 ชั่วโมง
% ประสิทธิภาพ (LB)	66.99	91.16	97.2	เพิ่มขึ้น 30.21 %
%ประสิทธภาพที่หายไป (BD)	33.01	8.84	2.8	ลดลง 30.21 %

5.1.3 ผลการเปรียบเทียบการประยุกต์ใช้การปรับปรุงสายการผลิตด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์วิธี K&W แสดงดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ผลการปรับปรุงสายการผลิตด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์วิธี K&W

รายการ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุงด้วย ECRS	หลังการจัดสมดุลด้วยวิธี K&W	เปรียบเทียบ
จำนวนสถานีงาน	6	6	5	ลดลง 1 สถานีงาน
จำนวนงานย่อย	55	45	45	ลดลง 10 งานย่อย
เวลารวม (ชั่วโมง)	178.76	154.24	154.24	ลดลง 24.52 ชั่วโมง
รอบเวลาผลิต (Cycle Time)	44.47	33.95	32.78	ลดลง 11.69 ชั่วโมง
% ประสิทธิภาพ (LB)	66.99	91.16	94.1	เพิ่มขึ้น 27.11 %
%ประสิทธภาพที่หายไป (BD)	33.01	8.84	5.9	ลดลง 27.11 %

5.1.4 ผลการเปรียบเทียบการประยุกต์ใช้การปรับปรุงสายการผลิตด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์วิธี RPW แสดงดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ผลการปรับปรุงสายการผลิตด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์วิธี RPW

รายการ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุงด้วย ECRS	หลังการจัดสมดุลด้วยวิธี RPW	เปรียบเทียบ
จำนวนสถานีงาน	6	6	5	ลดลง 1 สถานีงาน
จำนวนงานย่อย	55	45	45	ลดลง 10 งานย่อย
เวลารวม (ชั่วโมง)	178.76	154.24	154.24	ลดลง 24.52 ชั่วโมง
รอบเวลาผลิต (Cycle Time)	44.47	33.95	31.73	ลดลง 12.74 ชั่วโมง
% ประสิทธิภาพ (LB)	66.99	91.16	97.21	เพิ่มขึ้น 30.22 %
%ประสิทธภาพที่หายไป (BD)	33.01	8.84	2.79	ลดลง 30.22 %

จากการศึกษาพบว่าการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตด้วยหลักการ ECRS และประยุกต์ใช้วิธีทางฮิวริสติกส์ในการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ พบว่ารอบเวลาการผลิตลดลงสามารถผลิตได้กระบะลำเลียงน้ำแข็งได้ทันต่อความต้องการ และสายการผลิตมีความสมดุลมากขึ้น และจากการเปรียบเทียบการปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์ทั้งสามวิธี พบ ว่าวิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (RPW) มีประสิทธิภาพสูงสุดในการปรับปรุงสมดุลสายการผลิตเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ ที่ศึกษา ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพสายการผลิตในภาคอุตสาหกรรมอื่น ๆ ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1. การนำเทคโนโลยี เครื่องจักร หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ มาใช้ในกระบวนการผลิตและตรวจสอบคุณภาพ เป็นสิ่งที่สายการผลิตควรพิจารณาเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม

เกี่ยวกับการจัดการวัสดุคงคลัง และเพิ่มการวิเคราะห์ด้านนี้อย่างละเอียด เนื่องจากการจัดการวัสดุคงคลังเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของสายการผลิต

5.2.2. สายการผลิตเป็นสายการผลิตโดยใช้คนเป็นส่วนใหญ่ ปัจจัยด้านพนักงานอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของสายการผลิต ไม่ว่าจะเป็นด้านประสบการณ์ของพนักงาน หรือการลาออกของพนักงาน ดังนั้น ควรมีการปรับปรุงคุณภาพของพนักงานผ่านการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง และสร้างเครื่องมือจูงใจเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

5.2.3 การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์ยังมีหลายวิธีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตให้สูงขึ้น และการนำการ Simulation มาช่วยในการทดลองออกแบบสายการผลิต เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม, ก. (2565). สถิติจำนวนโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการตาม พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535 จำแนกตามจังหวัด รายประเภท ณ สิ้นปี 2564. Retrieved from https://www.diw.go.th/webdiw/static-fac/

กิตติชัย, อ. (2023). "การ ปรับปรุง ประสิทธิภาพ กระบวนการ บรรจุ กรณี ศึกษา บริษัท ผู้ ผลิต ดิน ผสม สำหรับ อุตสาหกรรม เซรา มิ ก ส์." วารสาร วิชาการ เทคโนโลยี อุตสาหกรรม และ วิศวกรรม มหาวิทยาลัย ราชภัฏ พิบูล สงคราม 5(1): 73-83.

ชัยยุทธ กิตติไพบูลย์ผล (2556). "การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ท่อช่วยหายใจ โดยการจัดสมดุลการผลิตและมอบหมายงาน."(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, Retrieved from https://sure.su.ac.th/xmlui/handle/123456789/11418

ธนาการ ประภาสัจเวทย์ (2557). "การปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษา โรงงานผลิตตู้แช่น้ำดื่ม." (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, Retrieved from https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JEET/article/view/180917

ธนิก หวงธีระกุล. (2558). การสร้างสายประกอบสาหรับไฟท้ายรถยนต์. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปฐมชัย พิชิตผจงกิจ. (2559). การปรับปรุงกระบวนการผลิตแชสซีส์ของดรงงานประกอบรถบรรทุก.วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มช. ปีที่ 25 55-66 (2559).

ประภัสรา ว่องวัฒนกูล. (2565). การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต โดยเทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา : กระบวนการเย็บกางเกง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, Retrieved from http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4588/1/640920018.pdf

ปริญญา เร่งพินิจ. (2559). การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

ปรัชวิน ภู่ระหงษ์ (2559). การเปรียบเทียบวิธีการจัดสมดุล สายการประกอบชิ้นส่วนแบบ แรงงานคนที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพ สายการผลิต: กรณีศึกษาโรงงาน ผลิตกล้องถ่ายภาพ, มหาวิทยาลัย ศิลปากร, Retrieved from https://sure.su.ac.th/xmlui/handle/123456789/23592

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญา (2021). "การ ศึกษา เวลา มาตรฐาน ใน กระบวนการ ผลิต คอนกรีต ผสมเสร็จ ด้วย การ จับเวลา โดยตรง." วารสาร วิชาการ เทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย ราชภัฏ สุรินทร์ 6(2): 41-51.

สมปรารถนา สายสงวนทรัพย์ (2560). การปรับปรุงกระบวนการด้วยการจัด สมดุลสายการผลิต: กรณีศึกษากระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์ กล้องวงจรปิด, มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์, Retrieved from https://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2017/TU_2017_5910037612_7861_6814.pdf.

สาวิตรี วันหากิจ (2558). การจัดสมดุลสายการผลิตของ ผลิตภัณฑ์ชุดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ แบบ 4 หัว 2 แผ่น, มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์, Retrieved from http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2015/TU_2015_571003734_3828_2653.

สุจิตรา บัวผัน (2564). PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN THE ELECTRONICS INDUSTRY, Silpakorn University Retrieved from http://ithesisir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3422/1/620920053.pdf

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางวิเคราะห์เวลาผื่อการทำงาน (Allowance)

ตารางที่ ก ตารางวิเคราะห์เวลาเผื่อการทำงาน

ตารางวิเคราะห์เวลาเผื่อของการทำงาน (Allowance)	
	เปอร์เซ็นต์
1. เวลาส่วนเผื่อคงที่	
1.1 เวลาส่วนเผื่อสำหรับทำกิจส่วนตัว	5
1.2 เวลาส่วนเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าเบื้องต้น	4
2. เวลาส่วนเผื่อแปรผัน	
2.1 เวลาส่วนเผื่อสำหรับการยืน	2
2.2 เวลาส่วนเผื่อสำหรับท่าทางที่ผิดปกติ	
2.2.1 ชนิดเบา	0
2.2.2 ต้องงอตัวหรือแอ่น	2
2.2.3 ต้องนอนลง ยืดตัว	7
2.3 ใช้แรง กล้ามเนื้อ เกี่ยวกับน้ำหนัก (ยก ลาก ผลัก)	
5 ปอนด์ = 2 กิโลกรัม	0
10 ปอนด์ = 5 กิโลกรัม	1
15 ปอนด์ = 7 กิโลกรัม	2
20 ปอนด์ = 9 กิโลกรัม	3
25 ปอนด์ = 11 กิโลกรัม	4
30 ปอนด์ = 14 กิโลกรัม	5
35 ปอนด์ = 16 กิโลกรัม	7
40 ปอนด์ = 18 กิโลกรัม	9
45 ปอนด์ = 20 กิโลกรัม	11
50 ปอนด์ = 23 กิโลกรัม	13
60 ปอนด์ = 27 กิโลกรัม	17
70 ปอนด์ = 32 กิโลกรัม	22
2.4 แสงสว่าง	
2.4.1 สลัวน้อยต่ำกว่ากำหนด	0
2.4.2 สลัวมาก	2
2.4.3 ไม่เพียงพอ	5
2.5 สภาพอากาศร้อน และชื้น แปรปรวนมาก	0-10

ตารางที่ ก ตารางวิเคราะห์เวลาเผื่อการทำงาน (ต่อ)

2.6	งานที่ต้องการความเอาใจใส่	
	2.6.1 เล็กน้อย	0
	2.6.2 ปานกลาง	2
	2.6.3 มาก	5
2.7	ระดับเสียง	
	2.7.1 เบา และต่อเนื่องอยู่ในระดับเดียว	0
	2.7.2 ดัง และเป็นจังหวะช่วง	2
	2.7.3 ดังมาก และเป็นจังหวะช่วง	5
	2.7.4 เสียงดังมาก และรุนแรง	5
2.8	สภาพความตึงเครียดทางจิตใจ	
	2.8.1 งานเบาและซับซ้อนเล็กน้อย	1
	2.8.2 งานซับซ้อน และต้องการความเอาใจใส่	4
	2.8.3 งานยุ่งยากซับซ้อนมาก	8
2.9	ความซ้ำซาก	
	2.9.1 น้อย	0
	2.9.2 ปานกลาง	1
	2.9.3 มาก	4
2.10	ความน่าเบื่อ	
	2.10.1 ค่อนข้างบ่าเบื่อ	0
	2.10.2 น่าเบื่อหน่าย	2
	2.10.3 น่าเบื่อหน่ายมาก	5
2.11	การใช้สายตา	
	2.11.1 ปกติกับงานไม่ยุ่งยาก	0
	2.11.2 ปกติกับงานที่ยุ่งยาก	2
	2.11.3 เพ่งสายตากับงานปกติไม่ยุ่งยาก	4
	2.11.4 เพ่งสายตากับงานที่ยุ่งยาก	10
2.12	เครื่องป้องกันอันตราย	
	2.12.1 ไม่มีหรือมีแต่ผ้ากันเปื้อน	0
	2.12.2 ถุงมือ	1-3

ตารางที่ ก ตารางวิเคราะห์เวลาเผื่อการทำงาน (ต่อ)

2.1	เครื่องป้องกันอันตราย	
	2.12.1 ไม่มีหรือมีแต่ผ้ากันเปื้อน	0
	2.12.2 ถุงมือ	1-3
	2.12.3 ชุดปฏิบัติการที่มีน้ำหนักมาก	10-20
	2.12.4 หน้ากาก	10-20
3.	เวลาส่วนเผื่อสำหรับความล่าช้า	
4.	อื่นๆ	

ภาคผนวก ข

ตารางวิเคราะห์รวมเปอร์เซ็นค่าเผื่อการทำงาน

ตาราง ข วิเคราะห์รวมเปอร์เซ็นค่าเผื่อการทำงาน

สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	วิเคราะห์เวลาเผื่อของการทำงาน (Allowance)														รวม % ค่าเผื่อทั้งหมด	Allowance Factor
			1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.1	2.11	2.12		
1	AW1	1	5	4	2	0	0	0	5	5	0	4	1	0	4	10	40	1.4
		2	5	4	2	0	1	0	2	2	0	4	1	0	2	3	26	1.26
		3	5	4	2	0	0	0	5	5	0	4	1	0	4	10	40	1.4
		4	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	AW2	6	5	4	2	0	1	0	2	2	0	4	1	0	2	3	26	1.26
		7	5	4	2	0	1	0	2	2	0	4	1	0	2	3	26	1.26
		8	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		9	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		10	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		11	5	4	2	0	0	0	5	5	0	4	1	0	4	10	40	1.4
		12	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28

ตาราง ข วิเคราะห์รวมเปอร์เซ็นค่าเผื่อการทำงาน (ต่อ)

สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	วิเคราะห์เวลาเผื่อของการทำงาน (Allowance)														รวม % ค่าเผื่อทั้งหมด	Allowance Factor
			1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.1	2.11	2.12		
		13	5	4	2	0	0	0	5	5	0	4	1	0	4	10	40	1.4
		14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AW3	16	5	4	2	0	1	0	2	2	0	4	1	0	2	3	26	1.26
		17	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		18	5	4	2	0	0	0	5	5	0	4	1	0	4	10	40	1.4
		19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	AW5	20	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		21	5	4	2	0	0	0	5	5	0	4	1	0	4	10	40	1.4
		22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	AC1	23	5	4	2	0	1	0	2	2	0	1	4	0	4	3	28	1.28
		24	5	4	2	0	1	0	2	2	0	1	4	0	4	3	28	1.28

ตาราง ข วิเคราะห์รวมเปอร์เซ็นค่าเผื่อการทำงาน (ต่อ)

สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	วิเคราะห์เวลาเผื่อของการทำงาน (Allowance)														รวม % ค่าเผื่อทั้งหมด	Allowance Factor
			1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.1	2.11	2.12		
		25	5	4	2	0	1	0	2	2	0	1	4	0	4	3	28	1.28
		26	5	4	2	0	1	0	2	2	0	1	4	0	4	3	28	1.28
		27	5	4	2	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	3	18	1.18
		28	5	4	2	0	1	0	2	2	0	1	4	0	4	3	28	1.28
		29	5	4	2	0	1	0	2	2	0	1	4	0	4	3	28	1.28
		30	5	4	2	0	1	0	2	2	0	1	4	0	4	3	28	1.28
		31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	AW6	32	5	4	2	0	1	0	2	2	0	4	1	0	2	3	26	1.26
		33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		34	5	4	2	0	1	0	2	2	0	4	1	0	2	3	26	1.26
		35	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		36	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28

ตาราง ข วิเคราะห์รวมเปอร์เซ็นค่าเผื่อการทำงาน (ต่อ)

สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	วิเคราะห์เวลาเผื่อของการทำงาน (Allowance)														รวม % ค่าเผื่อทั้งหมด	Allowance Factor
			1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.1	2.11	2.12		
		37	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		38	5	4	2	2	0	0	2	2	0	1	1	0	0	3	22	1.22
		39	5	4	2	0	0	0	5	5	0	4	1	0	4	10	40	1.4
		40	5	4	2	0	0	0	5	5	0	4	1	0	4	10	40	1.4
5	AC2	41	5	4	2	0	1	0	2	2	0	1	4	0	4	3	28	1.28
6	AS1	42	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		43	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		44	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		45	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
	AW4	46	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		47	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		48	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28

ตาราง ข วิเคราะห์รวมเปอร์เซ็นค่าเผื่อการทำงาน (ต่อ)

สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	วิเคราะห์เวลาเผื่อของการทำงาน (Allowance)													รวม % ค่าเผื่อทั้งหมด	Allowance Factor
			1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.1	2.11	2.12	
		49	5	4	2	0	0	0	5	5	0	4	1	0	4	10	40	1.4
		50	5	4	2	0	0	0	5	5	0	4	1	0	4	10	40	1.4
		51	5	4	2	0	1	0	2	2	0	1	4	0	4	3	28	1.28
	AS2	52	5	4	2	2	1	0	2	2	2	4	1	0	0	3	28	1.28
		53	5	4	2	0	0	0	5	5	0	4	1	0	4	10	40	1.4
		54	5	4	2	0	1	0	2	2	0	1	4	0	4	3	28	1.28
		55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ภาคผนวก ค

ตารางคำนวณเวลามาตรฐาน

ตารางที่ ค ตารางคำนวณเวลามาตรฐาน

สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	เวลาเฉลี่ย	Allowance Factor	Standard Time (Min)	Standard Time (Hour)
1	AW1	1	320	1.4	448.00	7.47
		2	200	1.26	252.00	4.20
		3	300	1.4	420.00	7.00
		4	40	1.28	51.20	0.85
		5	3	1	3.00	0.05
2	AW2	6	10	1.26	12.60	0.21
		7	80	1.26	100.80	1.68
		8	120	1.28	153.60	2.56
		9	40	1.28	51.20	0.85
		10	480	1.28	614.40	10.24
		11	270	1.4	378.00	6.30
		12	200	1.28	256.00	4.27
		13	90	1.4	126.00	2.10
		14	20	1	20.00	0.33
		15	5	1	5.00	0.08
	AW3	16	80	1.26	100.80	1.68
		17	40	1.28	51.20	0.85
		18	120	1.4	168.00	2.80

ตารางที่ ค ตารางคำนวณเวลามาตรฐาน (ต่อ)

สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	เวลาเฉลี่ย	Allowance Factor	Standard Time (Min)	Standard Time (Hour)
		19	2	1	2.00	0.03
	AW5	20	335	1.28	428.80	7.15
		21	145	1.4	203.00	3.38
		22	4	1	4.00	0.07
3	AC1	23	140	1.28	179.20	2.99
		24	160	1.28	204.80	3.41
		25	50	1.28	64.00	1.07
		26	80	1.18	94.40	1.57
		27	20	1.28	25.60	0.43
		28	170	1.28	217.60	3.63
		29	140	1.28	179.20	2.99
		30	300	1.28	384.00	6.40
		31	15	1	15.00	0.25
4	AW6	32	640	1.26	806.40	13.44
		33	5	1	5.00	0.08
		34	45	1.26	56.70	0.95
		35	180	1.28	230.40	3.84

ตารางที่ ค ตารางคำนวณเวลามาตรฐาน (ต่อ)

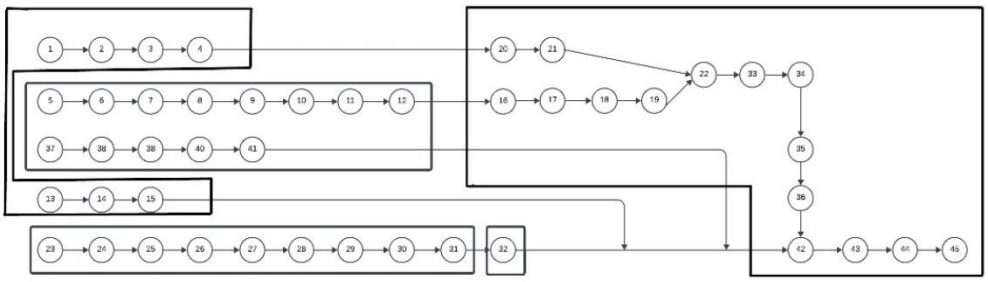
สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	เวลาเฉลี่ย	Allowance Factor	Standard Time (Min)	Standard Time (Hour)
		36	170	1.28	217.60	3.63
5	AC2	37	60	1.28	76.80	1.28
		38	90	1.22	109.80	1.83
		39	280	1.4	392.00	6.53
		40	270	1.4	378.00	6.30
		41	1560	1.28	1996.80	33.28
6	AS1	42	90	1.28	115.20	1.92
		43	50	1.28	64.00	1.07
		44	90	1.28	115.20	1.92
		45	40	1.28	51.20	0.85
	AW4	46	40	1.28	51.20	0.85
		47	90	1.28	115.20	1.92
		48	20	1.28	25.60	0.43
		49	14	1.4	19.60	0.33
		50	160	1.4	224.00	3.73
		51	80	1.28	102.40	1.71
	AS2	52	60	1.28	76.80	1.28

ตารางที่ ค ตารางคำนวณเวลามาตรฐาน (ต่อ)

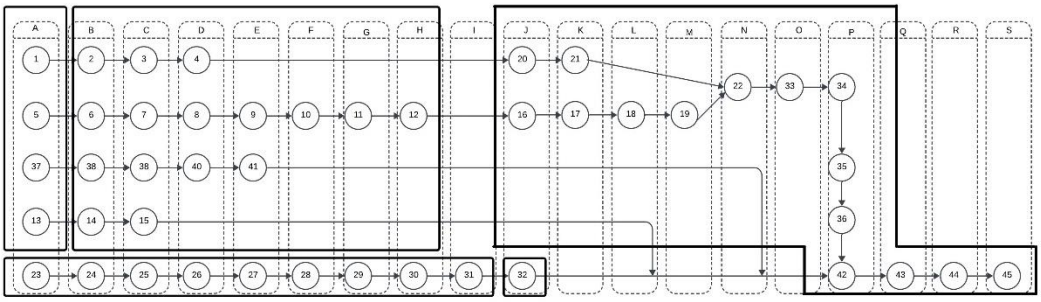
สถานีงานหลัก	สถานีงานย่อย	ขั้นตอน	เวลาเฉลี่ย	Allowance Factor	Standard Time (Min)	Standard Time (Hour)
		53	120	1.4	168.00	2.80
		54	90	1.28	115.20	1.92
		55	60	1	60.00	1.00

ภาคผนวก ง

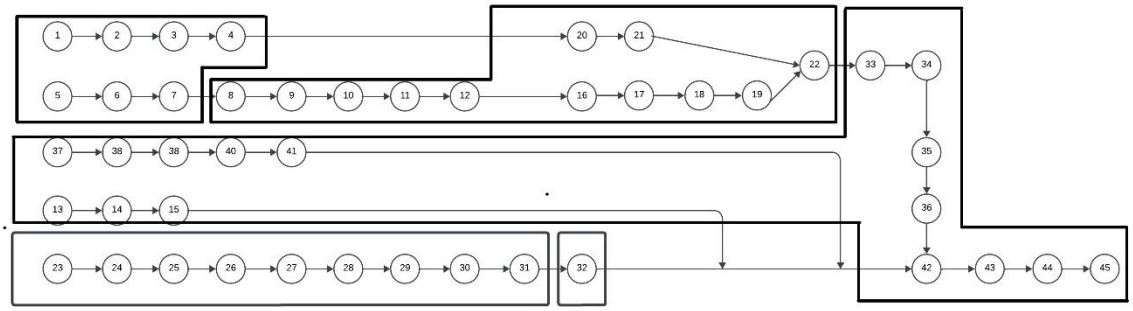
แผนผังการจัดลำดับงานเข้าสถานีงาน หลังการปรับปรุงด้วยวิธีทางฮิวริสติกส์



ภาพที่ ง1 แผงผังการจัดลำดับงานเข้าสถานีงาน ด้วยวิธี LCR



ภาพที่ ง2 แผงผังการจัดลำดับงานเข้าสถานีงาน ด้วยวิธี K&W



ภาพที่ ง3 แผงผังการจัดลำดับงานเข้าสถานีงาน ด้วยวิธี RPW

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล บุญรักษา เพชรรัตน์

วุฒิการศึกษา ปริญญาโท (กำลังศึกษา)

ปริญญาตรี (วศ.บ.อุตสาหการ-โลจิสติกส์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มัธยมศึกษา โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี